

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Janova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



Visokošolski program Gradbeništvo,
Konstrukcijska smer

Kandidatka:

Alenka Pavček

Projekt štirietažne parkirne hiše s sovprežno nosilno konstrukcijo

Diplomska naloga št.: 352

Mentor:
prof. dr. Darko Beg

Somentor:
asist. dr. Primož Može

Ljubljana, 27. 11. 2009

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana **ALENKA PAVČEK** izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom:
**»PROJEKT ŠTIRIETAŽNE PARKIRNE HIŠE S SOVPREŽNO NOSILNO
KONSTRUKCIJO«.**

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela za potrebe elektronske
separatoteke FGG.

Ljubljana, 12.11.2009

(podpis)

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Darku Begu in somentorju dr. Primožu Možetu za pomoč pri številnih problemih, ki so se pojavljali pri izdelavi diplomske naloge.

Posebna zahvala velja staršem, ki so mi omogočili študij ter fantu Andreju za podporo in pozitivne misli.

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	624.014.2:725.381(043.2)
Avtor:	Alenka Pavček
Mentor:	prof. dr. Darko Beg
Somentor:	asist. dr. Primož Može
Naslov:	Projekt štirietažne parkirne hiše s sovprežno nosilno konstrukcijo
Obseg in oprema:	107 strani, 12 preglednic, 73 slik, 680 enačb
Ključne besede:	jeklene konstrukcije, parkirne hiše, dimenzioniranje

Izvodček

Diplomska naloga obravnava projektiranje jeklene parkirne hiše. Narejena je statična analiza z upoštevanjem začetne globalne geometrijske nepopolnosti in vplivov teorije drugega reda. Določeni so vsi elementi nosilne konstrukcije, podkonstrukcije fasade in sovprežnih nosilcev, prav tako pa so izračunani značilni spoji. Določen je vpliv parkirne hiše na temeljna tla ter dimenzije temelja. Izdelani so pozicijski načrti in narisani glavni detajli. Za nosilno konstrukcijo je uporabljeno jeklo kvalitete S355.

Statična analiza, analiza seizmičnih vplivov in dimenzioniranje je izvedeno v skladu s SIST EN 1990, SIST EN 1991, SIST EN 1993 ter SIST EN 1998.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 624.014.2:725.381(043.2)
Author: Alenka Pavček
Supervisor: prof. dr. Darko Beg
Co-supervisor: assist. dr. Primož Može
Title: Design project of four-storey parking garage with composite floors
Notes: 107 p., 12 tab., 73 fig., 680 eq.
Key words: steel construction, parking garage, design structure

Abstract

Diploma deals with the design of parking house made of structural steel grade S355. The global initial geometric imperfections and the effects of second-order theory were taken into account in the static analysis. All the elements of supporting structure as well as substructure were designed. Typical joints were also designed. Loads were determined according to SIST EN 1991. The steel element were designed according to SIST EN 1991 - 1998. The interaction of parking houses and soil was analyzed and foundation dimensions were determined. Position plans and drawing of the main details were made. The static analyses, the seismic action and the design of elements were performed according to SIST EN 1990, SIST EN 1991, SIST EN 1993 and SIST EN 1998.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
2	ŠTUDIJA PARKIRNIH HIŠ.....	2
3	ZASNOVA NOSILNEGA SISTEMA PARKIRNE HIŠE.....	5
4	ANALIZA OBTEŽBE	8
4.1	Lastna teža in stalna obtežba.....	8
4.2	Koristna obtežba.....	8
4.3	Obtežba snega	9
4.4	Vpliv vetra.....	10
4.5	Potresna obtežba.....	13
4.5.1	Prečna smer - momentni okvir	14
4.5.2	Vzdolžna smer (okvir s centričnim povezjem)	18
4.6	Obtežne kombinacije.....	21
4.6.1	Mejno stanje nosilnosti	21
4.6.2	Mejno stanje uporabnosti	22
5	ZASNOVA RAČUNSKEGA MODELA	25
5.1	Začetna globalna geometrijska nepopolnost	26
6	REZULTATI	27
6.1	Prikaz statičnih veličin za momentni okvir	27
6.2	Prikaz statičnih veličin za okvir s centričnim povezjem	34
6.3	Temeljenje.....	36
6.4	Dimenzioniranje elementov momentnega okvirja	38
6.4.1	Mejno stanje nosilnosti	38
6.4.2	Mejno stanje uporabnosti	40
6.4.3	Splošne zahteve po SIST EN 1998-1	41
6.4.4	Dodatne zahteve po EC8 za jeklene momentne okvirje	45
6.5	Dimenzioniranje elementov vzdolžnega okvirja	49
6.5.1	Mejno stanje nosilnosti	49
6.5.2	Mejno stanje uporabnosti	50
6.5.3	Splošne zahteve po SIST EN 1998-1	51
6.5.4	Dodatne zahteve po EC8.....	53
7	MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA.....	55
7.1	Sovprežna plošča	55

7.2	Sovprežni nosilec.....	57
8	FASADNA PODKONSTRUKCIJA	67
8.1	Čelna fasada	69
8.2	Stranska fasada.....	73
9	RAČUN ZNAČILNIH SPOJEV	77
9.1	Momentni spoj prečke HEA600 na krajni steber HEA800.....	77
9.2	Momentni spoj prečke HEA600 na vmesni steber HEA800	81
9.3	Momentni spoj prečke HEA600 na krajni steber HEA800 (zgornja etaža)	86
9.4	Momentni spoj prečke HEA600 na vmesni steber HEA800 (zgornja etaža).....	90
9.5	Členkasti spoj sekundarni nosilec IPE400 na prečko HEA600	95
9.5.1	Dimenzioniranje spoja.....	96
9.6	Diagonala na steber HEA 800.....	99
9.7	Momentni priključek stebra HEA800 na točkovni temelj	104
10	ZAKLJUČEK	107

KAZALO SLIK

SLIKA 1: SISTEM Z RAZDELJENIMI NIVOJI	3
SLIKA 2: RAVNA PLOŠČADNA POSTAVITEV	3
SLIKA 3: PARKIRNE RAMPE	4
SLIKA 4: ZASNOVA PARKIRNE HIŠE	6
SLIKA 5: PREČNI OKVIR.....	7
SLIKA 6: VZDOLŽNI OKVIR.....	7
SLIKA 7: SHEMATSKI PRIKAZ OBTEŽBE S SNEGOM NA KONSTRUKCIJO (OBTEŽBA JE RAZDELJENA PO TRAPEZNEM PRAVILU $Q_s=9,68\text{kN/M}$).....	10
SLIKA 8: TLORISNA POVRŠINA OBJEKTA (RAZDELITEV POTRESNIH SIL NA POSAMEZNE OKVIRJE)	16
SLIKA 9: RAZPOREDITEV POTRESNIH SIL NA MOMENTNI OKVIR V OSI 2.....	17
SLIKA 10: RAZPOREDITEV POTRESNIH SIL NA OKVIR S CENTRIČNIM POVEZIJ V OSI B	20
SLIKA 11: SKICA $Q_{sAh1}=20\text{kN/M}$ (OBTEŽBA JE RAZDELJENA PO TRAPEZNEM PRAVILU)	23
SLIKA 12: SKICA $Q_{sAh2}=20\text{kN/M}$ (OBTEŽBA JE RAZDELJENA PO TRAPEZNEM PRAVILU).....	23
SLIKA 13: TLORIS TEMELJEV S TEMELJNIMI NOSILCI	25
SLIKA 14: OKVIR V OSI 3, M (kNm) MSN7.....	27
SLIKA 15: OKVIR V OSI 3, V (kN), MSN7	27
SLIKA 16: OKVIR V OSI 3, N (kN), MSN7	28
SLIKA 17: OKVIR V OSI 3, M (kNm), PO OBTEŽNI KOMBINACIJI A3	28
SLIKA 18: OKVIR V OSI 3, V (kN) PO OBTEŽNI KOMBINACIJI A3	29
SLIKA 19: OKVIR V OSI 3, N (kN) PO OBTEŽNI KOMBINACIJI A3	29
SLIKA 20: OKVIR V OSI 3, M_y (kNm), PO OBTEŽNI KOMBINACIJI A1	30
SLIKA 21: OKVIR V OSI 3, V (kN) PO OBTEŽNI KOMBINACIJI A1	30
SLIKA 22: OKVIR V OSI 3, N (kN) PO OBTEŽNI KOMBINACIJI A1	31
SLIKA 23: OKVIR V OSI 3, M (kNm), ZARADI POTRESNIH SIL V SMERI X.....	31
SLIKA 24: OKVIR V OSI 3, V (kN), ZARADI POTRESNIH SIL V SMERI X	32
SLIKA 25: OKVIR V OSI 3, N (kN), ZARADI POTRESNIH SIL V SMERI X	32
SLIKA 26: HORIZONTALNI POMIKI OKVIRJA V OSI 3, MSU7	33
SLIKA 27: VERTIKALNI POMIKI OKVIRJA V OSI 3, MSU7.....	33
SLIKA 28: POMIKI ZARADI REDUCIRANE POTRESNE OBTEŽBE V MM	34
SLIKA 29: OKVIR V OSI B, N (kN), MSN 8.....	34
SLIKA 30: POMIKI ZARADI OBTEŽNE KOMBINACIJE MSU8.....	34
SLIKA 31: OKVIR V OSI B, N (kN), POTRESNE SILE.....	35
SLIKA 32: POMIKI ZARADI REDUCIRANIH POTRESNIH SIL V OSI B.....	35
SLIKA 33: KONTAKTNE NAPETOSTI ZARADI VERTIKALNE OBTEŽBE ($1,35G+1,5Q$).....	36
SLIKA 34: KONTAKTNE NAPETOSTI ZARADI KOMBINACIJE VERTIKALNE OBTEŽBE TER POTRESNIH SIL	37

SLIKA 35: PRIKAZ IZKORIŠČENOSTI MOMENTNEGA OKVIRJA V OSI 3	38
SLIKA 36: SPOJ PREČKA-STEBER.....	41
SLIKA 37: SPOJ STEBER-PREČKA Z VUTO	42
SLIKA 38: PRIKAZ NOTRANJIH SIL (N,V,M) ZA NOTRANJI STEBER V OSI 3, ZARADI OBTEŽNIH KOMBINACIJ NA STRANI 47	48
SLIKA 39: SKICA PRENOSA OBTEŽBE S SOVPREŽNE PLOŠČE NA PRIMARNE NOSILCE	55
SLIKA 40: SKICA SOVPREŽNEGA NOSILCA S SOVPREŽNO PLOŠČO	57
SLIKA 41: EKVIVALENTNI RAZPONI ZA SODELUJOČO ŠIRINO BETONSKE PASNICE	61
SLIKA 42: SHEMAJSKI PRIKAZ GEOMETRIJE SOVPREŽNEGA PREREZA.....	62
SLIKA 43: VZDOLŽNA STRIŽNA SILA.....	64
SLIKA 44: SKICA FASADNE PODKONSTRUKCIJE V PREČNI SMERI.....	67
SLIKA 45: RAČUNSKI MODEL ZA PODKONSTRUKCIJO STRANSKE FASADE	68
SLIKA 46: RAČUNSKI MODEL ZA PODKONSTRUKCIJO ČELNE FASADE	68
SLIKA 47: SKICA ČELNE FASADE	69
SLIKA 48: MOMENTI V SMERI Z (kNm)	70
SLIKA 49: MOMENTI V SMERI Y (kNm).....	70
SLIKA 50: POMIKI V SMERI Y V MEJNEM STANJU UPORABNOSTI.....	70
SLIKA 51: POMIKI V SMERI Z V MEJNEM STANJU UPORABNOSTI.....	71
SLIKA 52: POMIKI V SMERI Z V MEJNEM STANJU UPORABNOSTI	72
SLIKA 53: POMIKI V SMERI Y V MEJNEM STANJU UPORABNOSTI.....	73
SLIKA 54: SKICA STRANSKE FASADE	73
SLIKA 55: MOMENTI V SMERI Z (kNm)	75
SLIKA 56: MOMENTI V SMERI Y (kNm).....	75
SLIKA 57: POMIKI V SMERI Z V MEJNEM STANJU UPORABNOSTI	76
SLIKA 58: POMIK V SMERI Y V MEJNEM STANJU UPORABNOSTI	76
SLIKA 59: MOMENTNI PRIKLJUČEK PREČKE NA STEBER	77
SLIKA 60: RAZMAKI MED VIJAKI	77
SLIKA 61: MOMENTNI PRIKLJUČEK PREČKE Z VUTO NA VMESNI STEBER	82
SLIKA 62: RAZMAKI MED VIJAKI	82
SLIKA 63: MOMENTNI PRIKLJUČEK PREČKE NA STEBER V ZGORNJI ETAŽI.....	86
SLIKA 64: RAZMAKI MED VIJAKI	87
SLIKA 65: MOMENTNI SPOJ PREČKE Z VUTO NA STEBER V ZGORNJI ETAŽI	91
SLIKA 66: RAZMAKI MED VIJAKI	91
SLIKA 67: SKICA SOVPREŽNEGA NOSILCA NA PRIMARNEGA NOSILCA.....	95
SLIKA 68: SHEMAJSKI PRIKAZ RAVNINE 1-1.....	96
SLIKA 69: SHEMAJSKI PRIKAZ RAVNINE 2-2.....	98
SLIKA 70: SKICA DIAGONALE NA STEBER HEA 800	100
SLIKA 71: TLOVIS SPOJA DIAGONALE NA STEBER HEA800	100

SLIKA 72: SHEMAŠKI PRIKAZ ZVARA MED VEZNO PLOČEVINO IN STOJINO STEBRA.....	103
SLIKA 73: MOMENTNI PRIKLJUČEK STEBRA NA TEMELJ	104

KAZALO PREGLEDNIC

PREGLEDNICA 1: POTRESNE SILE V PREČNI SMERI Z UPOŠTEVANJEM NAKLJUČNE TORZIJE	17
PREGLEDNICA 2: POTRESNE SILE V VZDOLŽNI SMERI Z UPOŠTEVANJEM NAKLJUČNE TORZIJE	20
PREGLEDNICA 3: PRIKAZ ETAŽNIH POMIKOV ZARADI POTRESNE OBTEŽBE	43
PREGLEDNICA 4: POMIKI ZARADI POTRESNE OBTEŽBE Z UPOŠTEVANJEM TEORIJE II.REDA.....	44
PREGLEDNICA 5: KONTROLA POMIKOV ZARADI POTRESNE OBTEŽBE.....	45
PREGLEDNICA 6: IZKORIŠČENOST DIAGONAL PO A2 (IZPIS IZ SCIA ESA PT).....	50
PREGLEDNICA 7: POMIKI ZARADI POTRESNE OBTEŽBE V VZDOLŽNI SMERI	51
PREGLEDNICA 8: KONTROLA POMIKOV ZARADI POTRESNE OBTEŽBE.....	52
PREGLEDNICA 9: VREDNOSTI FAKTORJEV ZA DODATNO NOSILNOST	53
PREGLEDNICA 10: MEJNI RAZPONI SOVPREŽNIH STROPOV	56
PREGLEDNICA 11: MEJNI RAZPONI PLOČEVINE V VLOGI OPAŽA.....	57
PREGLEDNICA 12: PREGLED OBTEŽB	58

SEZNAM UPORABLJENIH OZNAK

• VELIKE ČRKE

A...	površina, prerez, nadmorska višina
G...	stalna teža
H...	višina objekta
I...	vztrajnostni moment
L...	dolžina, razpon
M...	moment
N...	osna sila
R...	reakcija
T...	nihajni čas
V...	prečna sila
W...	odpornostni moment prečnega prereza, obtežba vetra

• MALE LATINSKE ČRKE

a...	razdalja
b...	širina
d...	premer
e...	razdalja
g...	teža posamezne etaže, težnostni pospešek
h...	višina, višina profila
i...	vztrajnostni radij
m...	masa etaže
n...	število tornih površin, število vijakov
t...	debelina
u...	pomik

q...	faktor obnašanja
x...	razdalja

• VELIKE GRŠKE ČRKE

...	razmak
...	koeficient

• MALE GRŠKE ČRKE

(alfa)...	koeficient
(beta)...	faktor, ki določa spodnjo mejo pri vodoravnem projektnemu spektru
(gama)...	delni varnostni faktor
(delta)...	upogibek, pomik, vpliv naključne torzije
(epsilon)...	koeficient –
(lambda)...	vitkost, korekcijski faktor
(mi)...	oblikovni koeficient obtežbe snega, torni količnik
(ni)...	redukcijski faktor
(tau)...	strižna napetost
(psi)...	koeficienti za določanje reprezentativnih vrednosti spremenljivih vplivov
(fi)...	začetna globalna geometrijska nepopolnost
(hi)...	redukcijski faktor pri uklonu
(theta)...	koeficient občutljivosti za etažne pomike
(pi)...	število

• OZNAKE V FORMULAH

...	projektna vrednost potresnega vpliva
...	projektni pospešek tal
...	skupna sodelujoča širina

Σm ...	celotna masa konstrukcije
ΣM_{Rc} ...	vsota projektnih upogibnih nosilnosti stebrov, ki se stikajo v vozlišču
ΣM_{Rb} ...	vsota projektnih upogibnih nosilnosti nosilcev, ki se stikajo v vozlišču
...	koeficient izpostavljenosti
...	koeficient zunanjega tlaka
...	koeficient notranjega tlaka
...	koeficient neto tlaka
...	toplotni koeficient
...	projektni etažni pomik
...	modul elastičnosti
...	srednja vrednost modula elastičnosti za beton
...	karakteristična vrednost tlačne trdnosti betona
...	srednja vrednost osne natezne trdnosti betona
...	karakteristična vrednost napetosti tečenja armaturnega tečenja
...	meja plastičnosti jekla
...	natezna trdnost jekla
...	meja plastičnosti vijaka
...	natezna trdnost vijaka
...	projektna meja plastičnosti jekla
...	celotna potresna sila
...	vodoravna potresna sila v etaži i
...	projektna tlačna sila v stojini stebra
...	projektna sila prednapenjanja
...	projektna natezna sila, ki odpade na najbolj obremenjen vijak
...	projektna natezna nosilnost vijaka
...	projektna strižna sila v vijaku
...	projektna strižna nosilnost vijaka
...	stalna obtežba fasadnih panelov s podkonstrukcijo
...	višina parapeta
...	uklonska dolžina

...	projektna vrednost upogibnega momenta
...	projektna plastična odpornost prereza na upogib
...	projektna osna sila
...	projektna osna sila zaradi projektних potresnih vplivov
...	projektna osna sila zaradi nepotresnih vplivov
...	projektna plastična odpornost bruto prereza
...	celotna sila težnosti v etaži, ki je upoštevana pri potresnem projektne m stanju
...	karakteristična obtežba na tleh
...	debelina pasnice
...	debelina stojine
T...	nihajni čas konstrukcije
	mejni nihajni časi, ki so odvisni od tipa tal
...	temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra
...	projektna strižna sila
...	projektna vrednost prečne sile zaradi nepotresnih vplivov
...	projektna vrednost prečne sile, ob predpostavki da se na obeh koncih nosilca razvijeta plastična členka
...	projektna prečna sila v panelu stojine stebra
...	strižna nosilnost panela stojine
...	računska plastična odpornost na prečno silo
...	celotna prečna sila v etaži zaradi potresa
...	odpornostni elastični moment
...	odpornostni plastični moment
...	osnovni pritisk vetra
...	enakomerno porazdeljena linijska obtežba
...	največji tlak pri sunkih vetra
...	karakteristična vrednost spremenljive koncentrirane obtežbe
...	referenčna višina za zunanji tlak
...	delni faktor za lastnosti materiala

... faktor dodatne nosilnosti
... delni faktor za jeklo

• OKRAJŠAVE

C - beton
EC - Evrokod
MSN - mejno stanje nosilnosti
MSU - mejno stanje uporabnosti
RA - armatura
S - jeklo

1 UVOD

V okviru diplomskega dela je obravnavana štirietažna parkirna hiša z jekleno nosilno konstrukcijo. Nosilna konstrukcija je zasnovana z momentnimi okvirji v prečni smeri ter okvirji s centričnim povezjem v vzdolžni smeri. Etažne plošče so sovprežne v smislu beton in trapezna pločevina.

Objekt je sestavljen iz momentnih okvirjev v prečni smeri, razponi med stebri so 16 metrov. Takšen razpon omogoča več parkirnih mest in zagotavlja večjo dinamičnost parkiranja. Parkirna mesta so razporejena prečno na objekt, kajti tako se doseže večjo neto parkirno površino. Višinske razlike med posameznimi etažami se premaga s sistemom ravne ploščadne postavitve. Svetla etažna višina je 2,5 metra, s tem se zagotovi parkiranje le osebnih vozil.

Diplomska naloga zajema projektiranje celotne parkirne hiše. Določeni so zunanji vplivi, ki delujejo na konstrukcijo, izračunani so značilni spoji ter elementi nosilne konstrukcije.

2 ŠTUDIJA PARKIRNIH HIŠ

(Corus Grup, 2004)

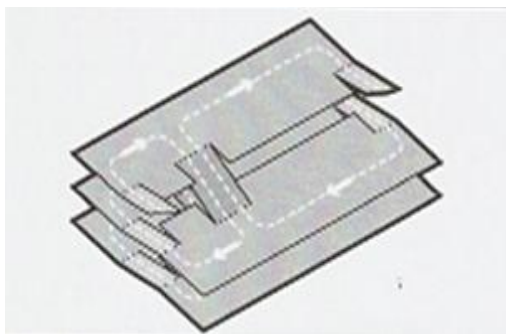
Parkirne hiše so gradbeni objekti, ki so elegantna rešitev problema parkiranja, ker lahko rastejo in se širijo tudi navzdol, torej pod zemljo, ker je prostor na površini v mestih sicer predragocen.

Širina ramp naj ponavadi ne bi bila manj kot 3,5 m za enojno in 7,0 m za dvojno rampo. Priporočeno je, da so širine ramp poravnane s širino parkirnega mesta. Na primer rampa za enosmerni promet bi bila širina dveh parkirnih mest, za dvosmerni promet pa širine treh parkirnih mest.

Naklon rampe je pogojen s prosto višino (najmanj 2,1 m) in strukturno cono. Plitkejša in širša kot je rampa, bolj bo ustrezala potrebam uporabnikov. Manj strme rampe pa so daljše. Tipični nakloni so od 1:6 do 1:10. Svetla etažna višina je 2,5 m in rampa z naklonom 1:6 pomeni naklon približno 9,5°. Bolj strmi nakloni se lahko uporabljajo, če so zagotovljeni prehodi na vrhu in dnu strmine.

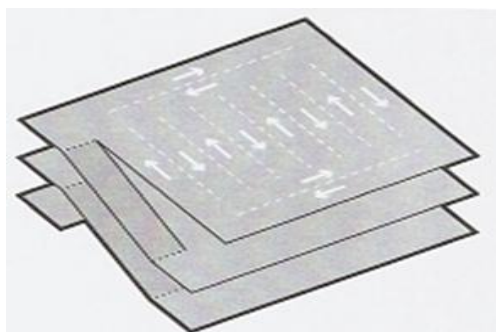
Pri večnadstropnih parkirnih hišah se uporablja več različnih postavitvev. Vsaka ponuja določene prednosti za uporabnika in operaterja. V nadaljevanju prikazane postavitve so vse zelo primerne za jekleno konstrukcijo.

Sistem z razdeljenimi nivoji (Slika 1) ponuja način za zmanjšanje dolžin ramp ob zmernih naklonih, s tem da razdrobi parkirne nivoje v polnadstropjih. Postavitve z razdeljenimi nivoji imajo visoko stopnjo dinamične pretočnosti in odlično strukturno učinkovitost. Lahko se jih uporablja za enosmerni in dvosmerni pretok prometa in z različnimi postavitvami ramp za doseganje zelenega delovanja. Vhodni in izhodni promet sta ločena in pretočnost je enostavna.



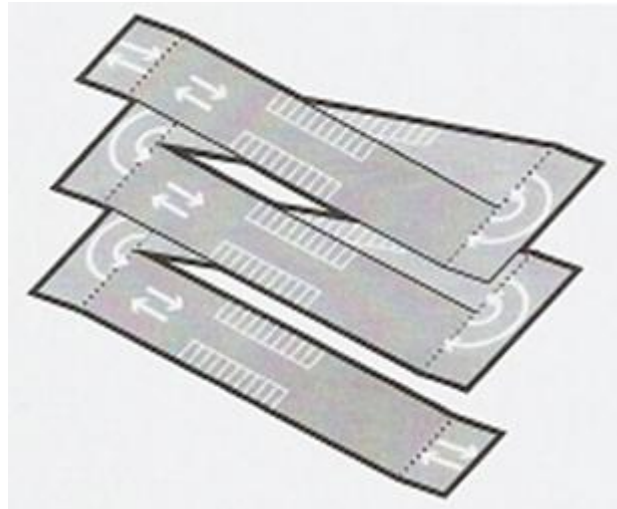
Slika 1: Sistem z razdeljenimi nivoji

Ravne ploščadne postavitve (Slika 2) so enostavne konstrukcije, čistih linij in nezahtevnosti. Uporabe so, ko morajo biti nivoji nadstropij izenačeni z nadstropij sosednje stavbe. Postavitev je manj učinkovita, kot tista z razdeljenimi nivoji, ampak imajo lahko primerljivo dinamično kapaciteto za nepogoste uporabnike. Po drugi strani večje iskalne poti lahko frustrirajo pogoste uporabnike. Postavitev prikazana na sliki 1 se lahko uporablja za manjše parkirne hiše, kjer dinamična kapaciteta ni zelo pomembna. Dvosmerna prometna pretočnost se uporablja z zunanjimi hitrimi vhodnimi in izhodnimi rampami.



Slika 2: Ravna ploščadna postavitvev

Parkirne rampe (Slika 3) se lahko uspešno uporabljajo, kjer so glavne stranke pogosti uporabniki, npr. poslovni objekti. Njihova glavna prednost je, da mora uporabnik ob vходу v parkirno hišo iti mimo vseh parkirnih mest, kar privede skrajšane iskalne poti in manj frustracij. Za uporabnika je lahko zapuščanje parkirne hiše nadležno, če ni hitrega izhoda. Prikazana parkirna rampa je enojna rampa z dvosmernim prometom. Ponuja enostavno in učinkovito izkoriščenost prostora. Zunanje rampe se lahko doda ob potrebi hitrega izhoda iz parkirne hiše. V tem primeru bi bil primernejši enosmeren sistem.



Slika 3: Parkirne rampe

Ne glede na izbrano postavitev je priporočljivo upoštevati sledeče:

- enostavnost (kar morda izgleda pametno je lahko uporabniku neprijazno);
- minimaliziranje obremenjenosti voznika (ustrezna signalizacija,..);
- čim več parkirnih mest ob vhodni poti;
- čim manj parkirnih mest na poti proti izhodu;
- vhodni promet naj se loči od izhodnega.

3 ZASNOVA NOSILNEGA SISTEMA PARKIRNE HIŠE

Obravnavana jeklena parkirna hiša bo zgrajena v Ljubljani, na nadmorski višini 298 metrov. Objekt je dolg 72 metrov, širok 32 metrov in visok 15,2 metra. Parkirna hiša je zasnovana v štirih etažah, etažna višina je 3,5 metrov, in sicer pritličje in štiri etaže, torej pet parkirnih etaž, kjer je na voljo 530 parkirnih mest.

Nosilna konstrukcija je jeklena in po statični zasnovi sistem dvoladijskih momentnih okvirjev z razponom 16m (Slika 5). Momentne okvirje v vzdolžni smeri povezujejo centrična povezja z razponom 8 m (Slika 6).

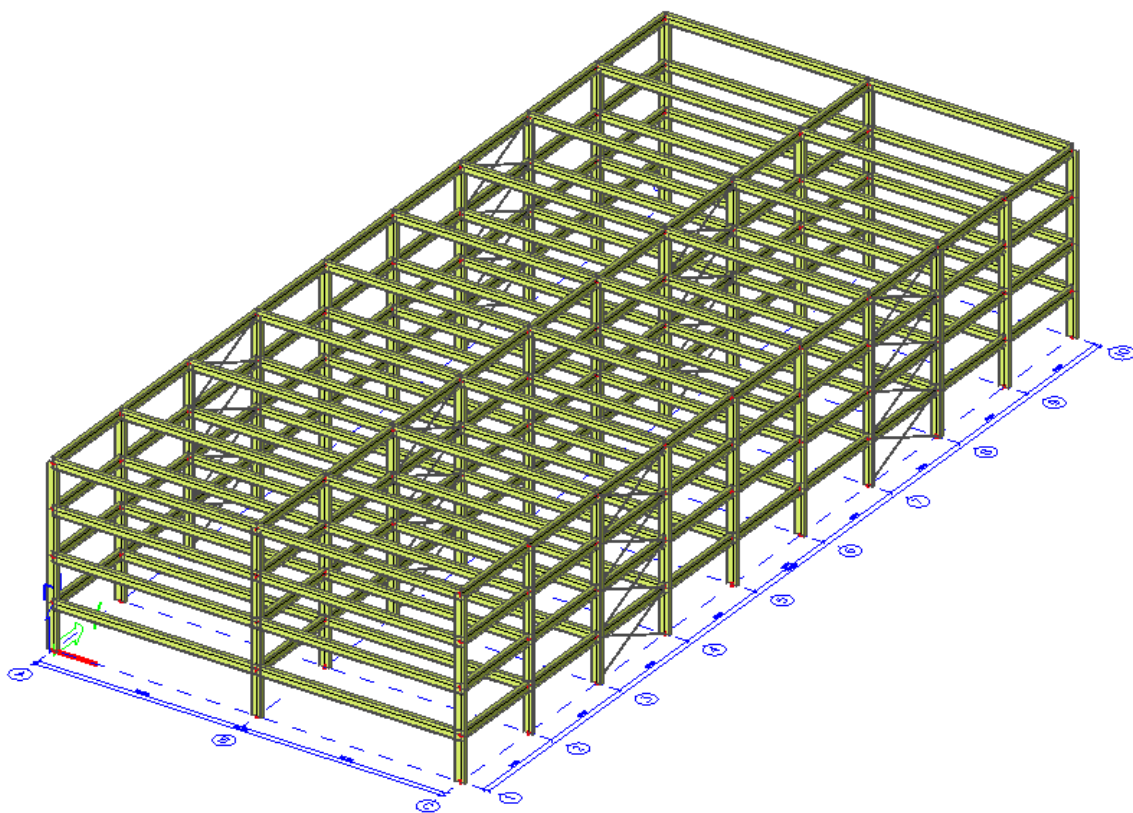
Vertikalna obtežba se preko betonske plošče s trapezno pločevino prenaša na sovprežne nosilce IPE 300, ki so členkasto priključeni na primarne nosilce momentnega okvirja HEA 600. Stebri (HEA 800) in prečke povezujejo vijlačeni momentni spoji, ki so ojačani z vuto.

Horizontalna obtežba se v vzdolžni smeri prenaša preko centričnih X povezij, ki so v oseh A, B in C (Slike 4-6). Diagonale povezja so kvadrataste cevi različnih dimenzij.

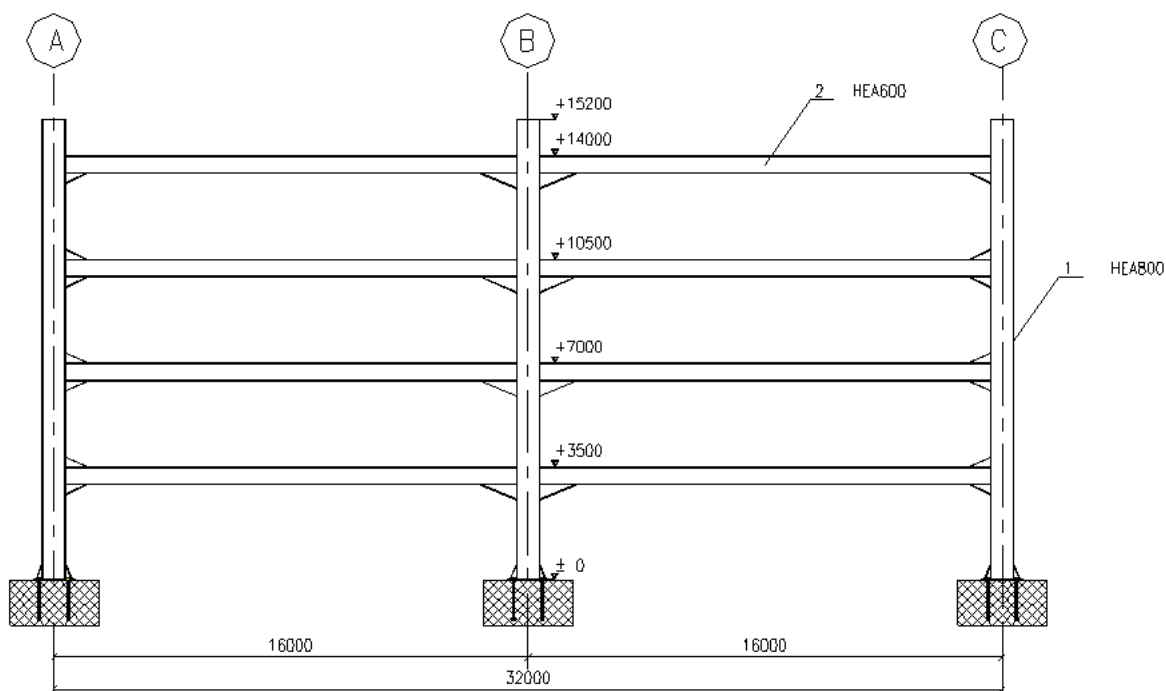
Fasadni paneli, višine 2 metra na etažo, so na objektu postavljeni horizontalno. Podkonstrukcija fasadnih panelov so U profil pritrjeni na stebre. Profile se dodatno podpre v polju z zategami na 4 m. Fasadni paneli so zaščiteni z zaščitnim in dekorativnim premazom.

Objekt stoji na dobro nosilnih tleh. Izbrano je plitvo temeljenje s točkovnimi temelji povezani s temeljnimi nosilci. Stebri so priključeni na temelje z momentnimi spoji.

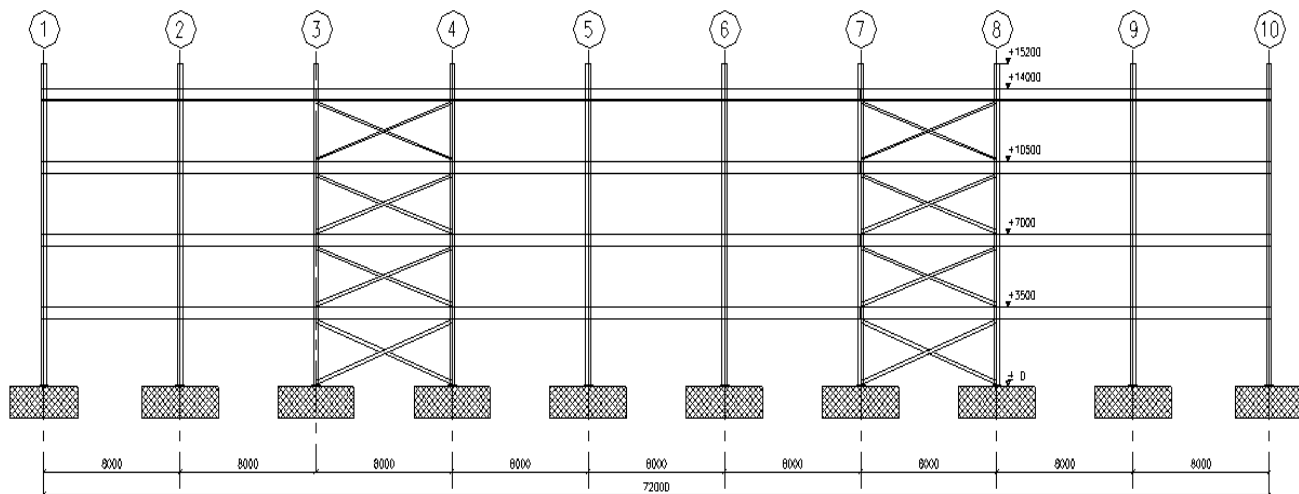
Parkirna hiša se izvede v jeklu kvalitete S 355. Spoji so montažni in se izvedejo z vijaki kvalitete 10.9. Za čelne pločevine se uporabi jeklo kvalitete S 355. Mozniki so na sovprežnih nosilcih, dimenzij $\Phi/h = 25/130$ mm.



Slika 4: Zasnova parkirne hiše



Slika 5: Prečni okvir



Slika 6: Vzdolžni okvir

4 ANALIZA OBTEŽBE

4.1 Lastna teža in stalna obtežba

Lastno težo in stalno obtežbo konstrukcije parkirne hiše sestavlja lastna teža parkirne hiše skupaj z vsemi nepremičnimi elementi.

Medetažna konstrukcija:

- obrabna plast asfalt betona, debeline 3 cm	$g = 0,75 \text{ kN/m}^2$
- zaščitna plast litega asfalta, debeline 3 cm	$g = 0,75 \text{ kN/m}^2$
- hidroizolacija 1 cm in instalacije	$g = 0,42 \text{ kN/m}^2$
- sovprežna plošča H74-1 h=16 cm	$g = 3,14 \text{ kN/m}^2$
- jekleni profil (IPE 400 – sekund. nosilec)	$g = 0,17 \text{ kN/m}^2$

Skupna teža posamezne etaže

$$g = 5,23 \text{ kN/m}^2$$

Za fasado izberem Trimo fasadne panele, ki so pritrjeni na 2 metra višine etaže. Teža fasadnih panelov, vključno s fasadno podkonstrukcijo je:

$$g_f = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

4.2 Koristna obtežba

(SIST EN 1991-1-1:2004)

Za prometne in parkirne površine se uporabi model obtežbe s koncentriranim osnim pritiskom Q_k , ki predstavlja osni pritisk na dveh kvadratnih površinah s stranico 100 mm, kjer povzroči najneugodnejše učinke.

Porazdeljena obtežba se upošteva za projektiranje okvirjev za globalno analizo, medtem ko koncentrirane sile upoštevam za lokalne učinke – projektiranje plošče.

4.3 Obtežba snega

(SIST EN 1991-1-3:2004)

Objekt se nahaja v Ljubljani na nadmorski višini $A = 298\text{m}$, v coni A2. Karakteristična obtežba snega na tleh:

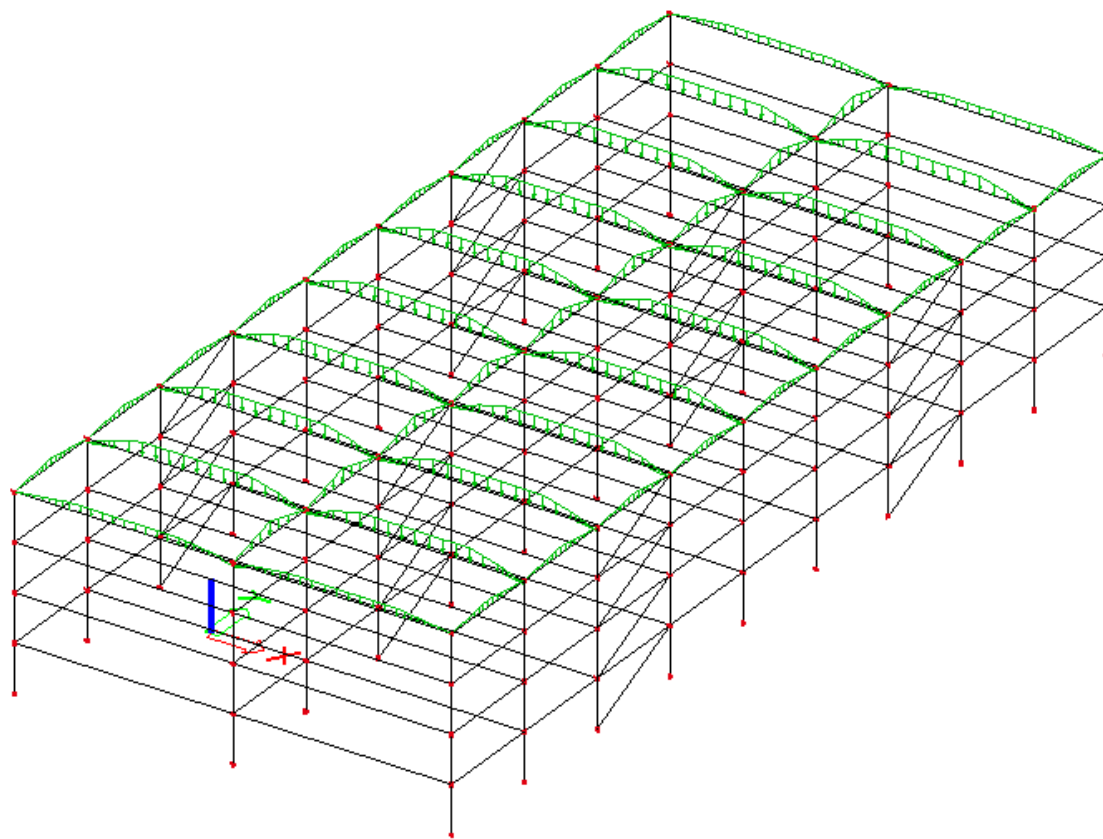
— —

Oblikovni koeficient:

Obtežba s snegom:

$C_e = 1$; koeficient izpostavljenosti (običajen teren, veter ne prenaša snega na objektih)

$C_t = 1$; toplotni koeficient



Slika 7: Shematski prikaz obtežbe s snegom na konstrukcijo (obtežba je razdeljena po trapeznem pravilu $q_s=9,68\text{kN/m}$)

4.4 Vpliv vetra

(SIST EN 1991-1-4:2005)

Parkirna hiša se nahaja v coni 1, kjer je temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra je

Referenčna višina z_e :

Osnovni pritisk vetra:

— —

Faktor izpostavljenosti (SIST EN 1991-1-4:2005; slika 4.2):

Kategorija terena, kjer se objekt nahaja je IV. Pri uporabi diagrama faktorja izpostavljenosti se zanemari faktor hribovitosti.

Pritisk pri največji hitrosti ob sunkih vetra $q_p(z)$ na višini z :

- **Veter na streho**

Upoštevam koeficiente neto pritiska in srka, kot je podano v preglednici 7.6 v SIST EN 1991-1-4.

0,82

- **Veter na fasado**

Fasadni paneli so na 2. metrih etažne višine, zato upoštevam naslednje:

Veter na fasado razdelim, kot je podano v SIST EN 1991-1-4:2005; točka 7.4.3 in 7.5.

Obtežba vetra, ki deluje na panel:

kjer so:

...konstrukcijski faktor

...koeficient sile

Trenjski veter je zaradi majhne površine zelo majhen in se ga zanemari.

Sile vetra na streho:

Sile vetra na obe čelni fasadi:

4.5 Potresna obtežba

(SIST EN 1998-1:2005)

Za izračun potresnih sil je uporabljena metoda z vodoravnimi silami (SIST EN 1998-1:2005; točka 4.3.3.2).

Potresne sile so izračunane s projektnim spektrom odziva, pri čemer je nihajni čas izračunan po poenostavljeni metodi. Sile so razporejene po etažah v razmerju mas.

Objekt stoji v Ljubljani, na tleh kategorije B, kjer je projektni pospešek temeljnih tal:

Določitev projektnega potresnega vpliva upoštevam mase, ki so povezane z vsemi težnostnimi silami (SIST EN 1998-1: točka 3.2.4 (2)P). Določitev mas v posamezni etaži:

kjer je:

V so zajete mase izbranih profilov, stalna teža konstrukcije ter masa fasade in fasadne podkonstrukcije. Vse etaže obravnavam enako. Lastno težo konstrukcije pomnožim s 1.1, s tem upoštevam vijake, čelne pločevine, zware.

Teža ene etaže:

Mase etaž so enake, in sicer

Masa celotne konstrukcije:

4.5.1 Prečna smer - momentni okvir

Izračun približne vrednosti nihajnega časa (SIST EN 1998-1; enačba 4.6):

Izberem faktor obnašanja:

Določitev ordinate projektne spektra pri izračunanemu nihajnemu času:

— — — —

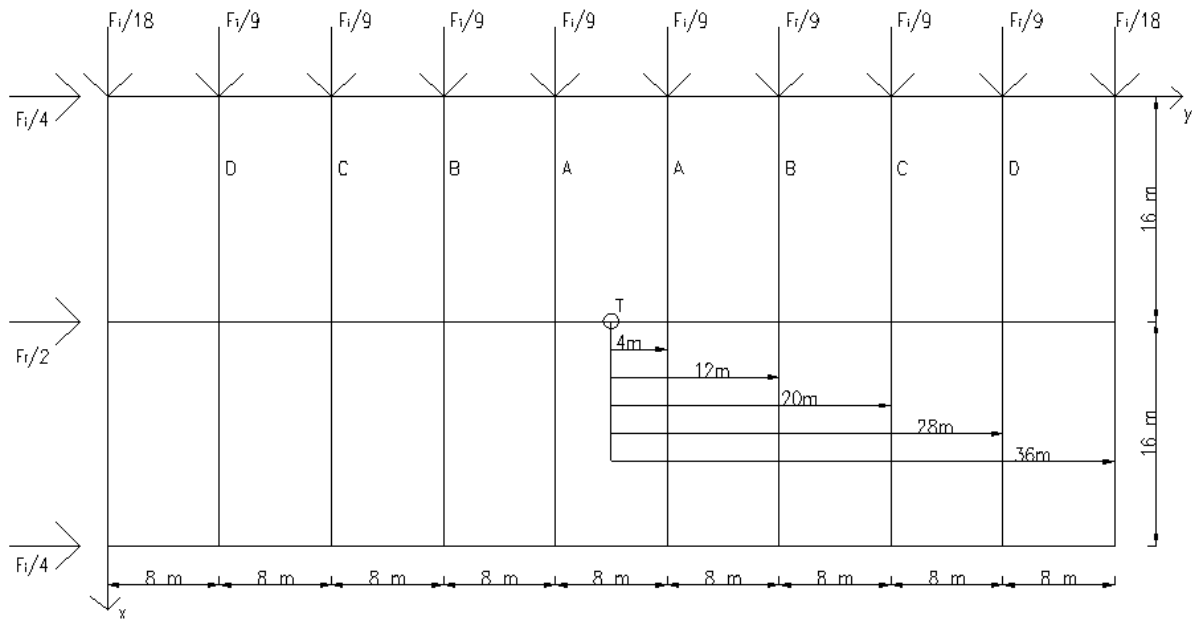
Celotna potresna sila (SIST EN 1998-1:2005, točka 4.3.3.2.2):

Kjer je:

Razporeditev potresnih sil po višini (SIST EN 1998-1:2005, točka 4.3.3.2.3(3)) na celotno etažo:

Razporeditev vodoravnih togosti in mas je simetrična, zato upoštevam vpliv naključne torzije s povečanjem učinka vpliva v posameznih nosilnih elementih.

—



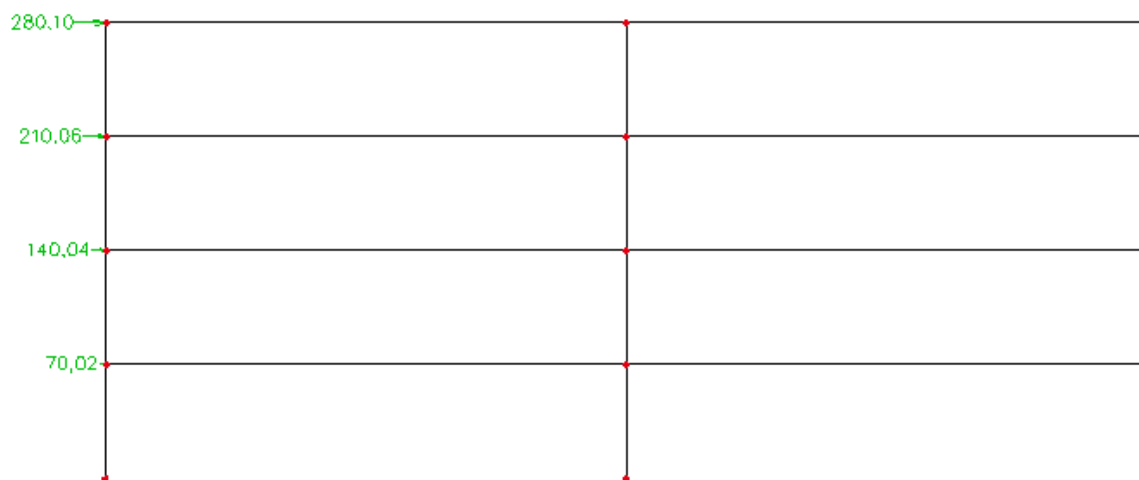
Slika 8: Tlorisna površina objekta (razdelitev potresnih sil na posamezne okvirje)

Notranji okvirji v oseh A, B, C in D:

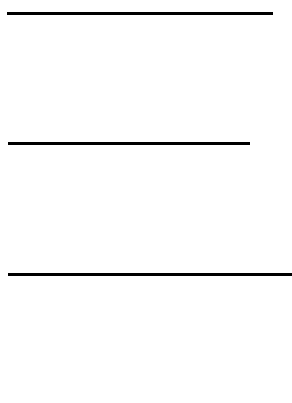
Zunanji okvir:

OKVIR	ETAŽA			
	1.	2.	3.	4.
A	58,64 kN	117,27 kN	175,91 kN	234,54 kN
B	62,62 kN	125,24 kN	187,86 kN	250,48 kN
C	66,61 kN	133,21 kN	199,82 kN	266,42 kN
D	70,02 kN	140,04 kN	210,06 kN	280,1 kN
ZUNANJI	37 kN	74 kN	111,01 kN	148,01 kN

Preglednica 1: Potresne sile v prečni smeri z upoštevanjem naključne torzije



Slika 9: Razporeditev potresnih sil na momentni okvir v osi 2



Razporeditev vodoravnih togosti in mas je simetrična, tako da lahko upoštevam vpliv naključne torzije, in sicer povečam učinke vpliva (notranje sile in pomike) v posameznih nosilnih elementih.

Potresne sile vključno s torzijo porazdelim, kot je prikazano na sliki 9.



Notranji okvir s centričnim povezjem:

Zunanja dva okvirja



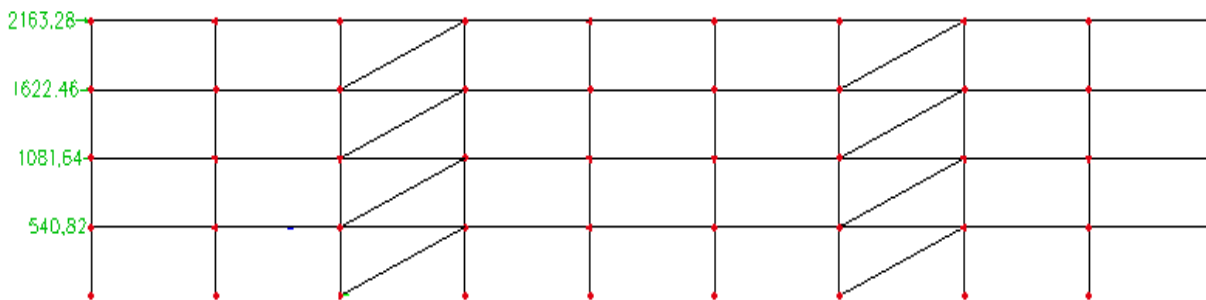
OKVIR	ETAŽA			
	1.	2.	3.	4.
NOTRANJI	540,82 kN	1081,64 kN	1622,46 kN	2163,28 kN
ZUNANJI	351,53 kN	703,07 kN	1054,6 kN	1406,13 kN

Preglednica 2: Potresne sile v vzdolžni smeri z upoštevanjem naključne torzije

Potresna obtežna kombinacija SIST EN 1990 6.4.3.4 :

→ nepotresni vpliv (gravitacijske sile)

→ potresni vpliv (potresne sile)



Slika 10: Razporeditev potresnih sil na okvir s centričnim povezij v osi B

4.6 Obtežne kombinacije

(SIST EN 1990: 2004)

4.6.1 Mejno stanje nosilnosti

Osnovna kombinacija vplivov za stalna in začasna projektna stanja:

Za kontrolo mejnega stanje nosilnosti upoštevam naslednje obtežne kombinacije:

- MSN1:
- MSN2:
- MSN3:
- MSN4:
- MSN5:
- MSN6:
- MSN7:
- MSN8:
- MSN9:
- MSN10:

Kjer so:

.... stalna obtežba

...koristna obtežba (upoštevam po celotnem tlorisu)

...koristna obtežba (razporeditev obtežbe v obliki šahovnice)

...koristna obtežba (razporeditev obtežbe v obliki šahovnice, vendar drugačna

razporeditev kot pri)

.... obtežba snega

... vpliv horizontalnega vetra v prečni smeri

.... vpliv horizontalnega vetra v vzdolžni smeri

Potresna obtežna kombinacija SIST EN 1990 6.4.3.4 :

→ nepotresni vpliv (gravitacijske sile)

→ potresni vpliv (potresne sile)

Obtežne kombinacije, ki jih upoštevam pri potresni analizi:

- A1:
- A2:
- A3:

4.6.2 Mejno stanje uporabnosti

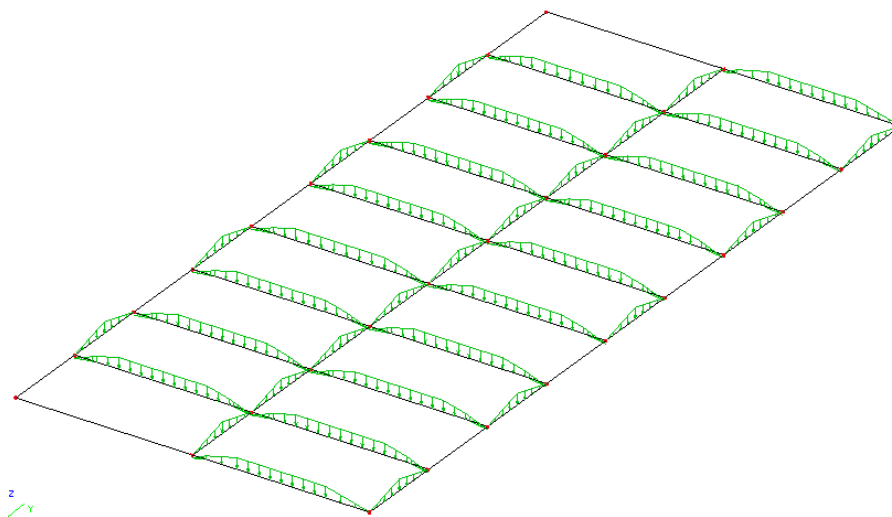
Mejno stanje uporabnosti ne smem preseči, in sicer tako da omejim deformacije, upogibke in vibracije.

Osnovna kombinacija za mejno stanje uporabnosti:

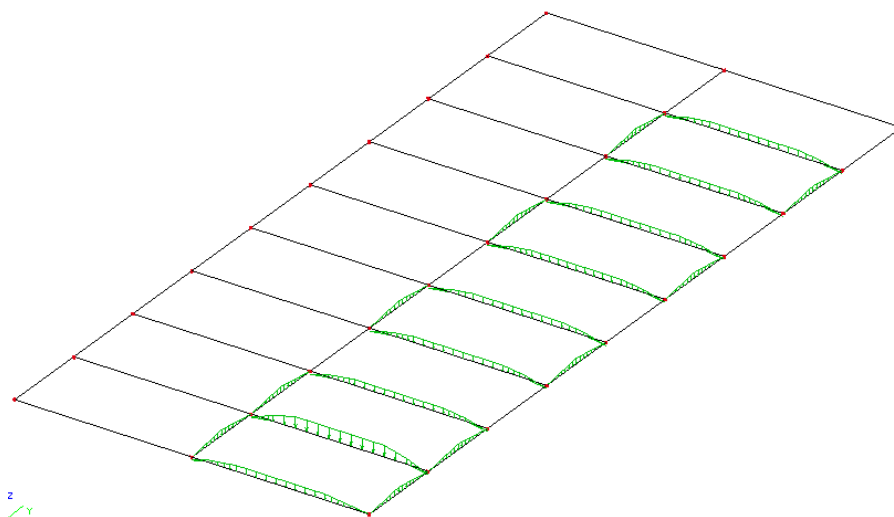
Za kontrolo mejnega stanje uporabnosti upoštevam naslednje obtežne kombinacije:

- MSU1:
- MSU2:
- MSU3:
- MSU4:
- MSU5:
- MSU6:
- MSU7:
- MSU8:

- MSU9:
- MSU10:



Slika 11: Skica $Q_{\text{šah1}}=20\text{kN/m}$ (obtežba je razdeljena po trapeznem pravilu)



Slika 12: Skica $Q_{\text{šah2}}=20\text{kN/m}$ (obtežba je razdeljena po trapeznem pravilu)

Potresna sila v glavnih smereh X in Y:

Primerjava potresne sile s silami, ki jih v isti smereh povzroča veter:

Veter ni merodajen.

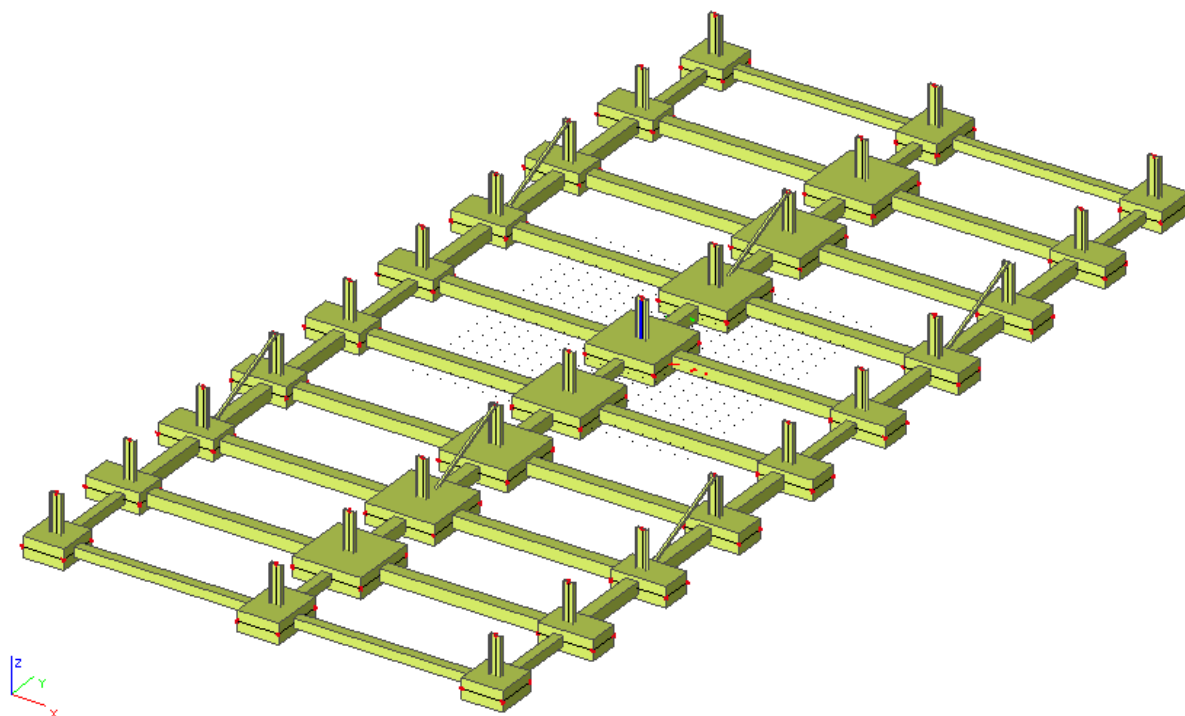
5 Zasnova računskega modela

Za izvedbo statične analize celotne konstrukcije sem izbrala računalniški program SCIA ESA PT. Konstrukcijo sem podala kot 3D računski model.

Račun povezij in prečnih okvirjev za globalno analizo je izveden po elastični teoriji II. reda z upoštevanimi začetnimi nepopolnosti. V povezjih je bila v računskem modelu upoštevana samo natezna diagonala.

Pri potresni analizi sem upoštevala teorijo prvega reda.

Pri računu temeljev je bil narejen ločen računski model. S programom določim dimenzije temeljev. Točkovni temelji so modelirani s ploskovnimi elementi in podprti z elastično ploskovno podporo. Temeljni nosilci so modelirani z linijskimi bočnimi elementi in podprti z elastično podporo. Karakteristike elastične podpore so bile določene z modulom reakcije tal (Winklerjev model) z vrednostjo $k = 80.000$

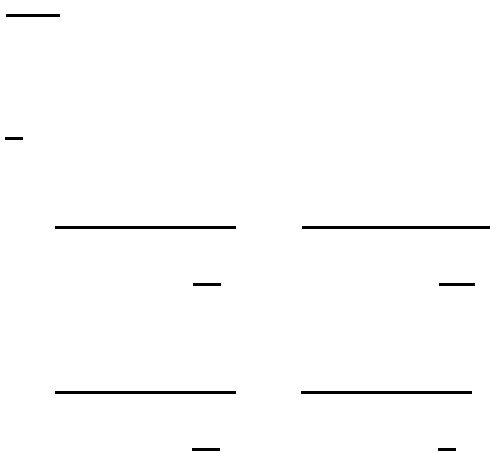


Slika 13: Tloris temeljev s temeljnimi nosilci

5.1 Začetna globalna geometrijska nepopolnost

Statična analiza je narejena z upoštevanjem nepopolnosti pri globalni analizi in vpliva teorije drugega reda.

Izračun začetne globalne geometrijske nepopolnosti:

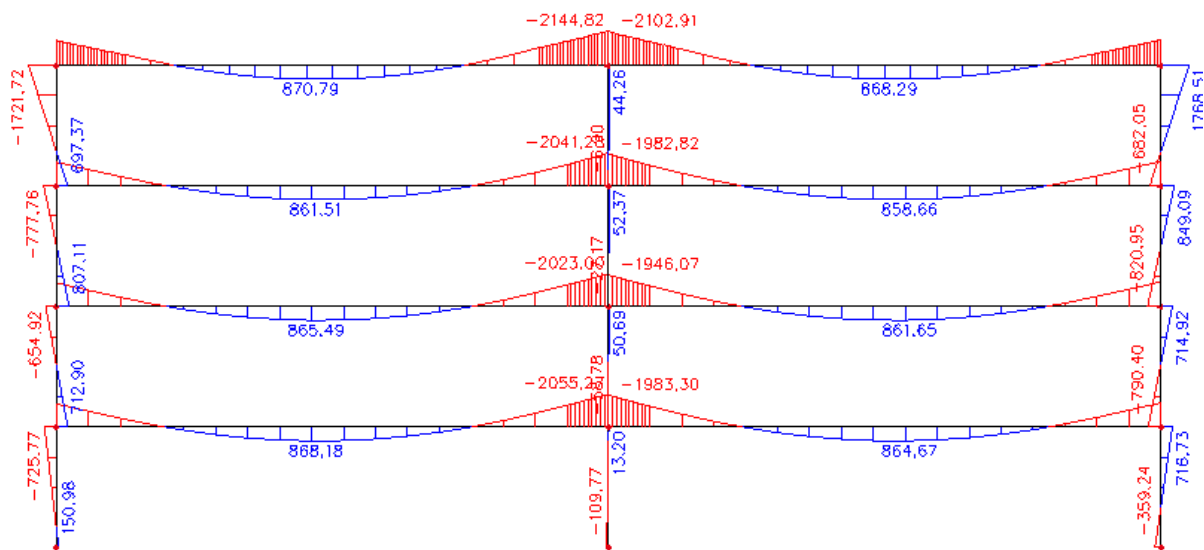


→ momentni okvir v smeri x

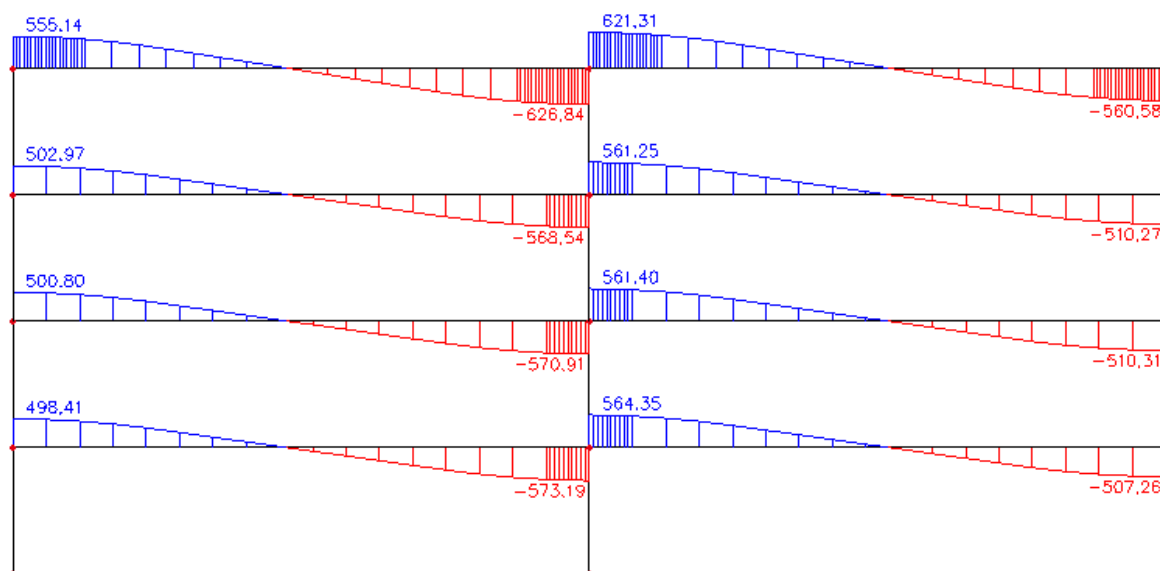
→ okvir s centričnim povezjem v smeri y

6 Rezultati

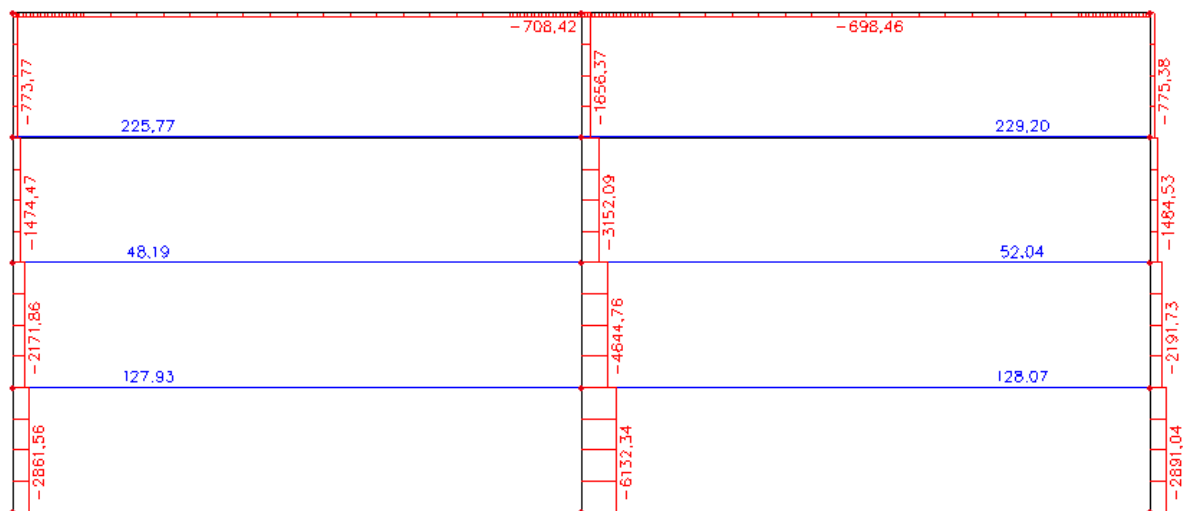
6.1 Prikaz statičnih veličin za momentni okvir



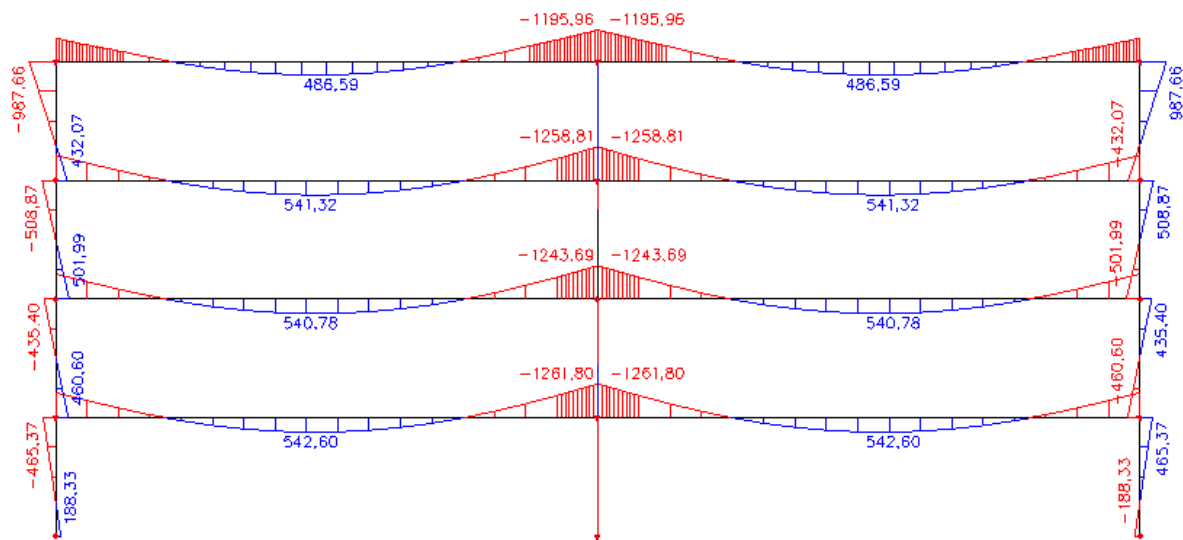
Slika 14: Okvir v osi 3, M (kNm) MSN7



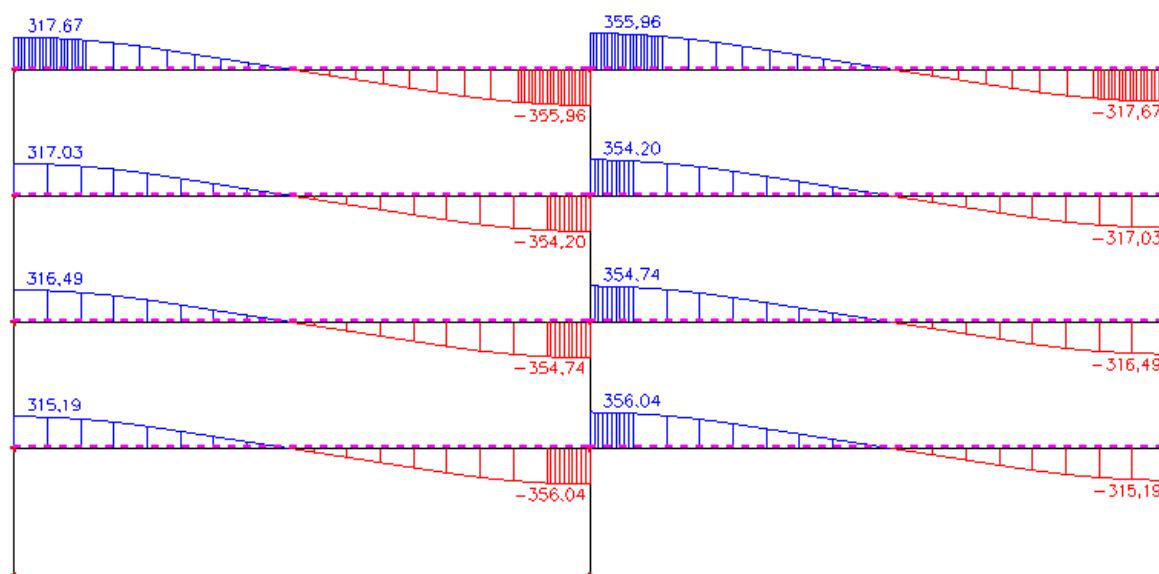
Slika 15: Okvir v osi 3, V (kN), MSN7



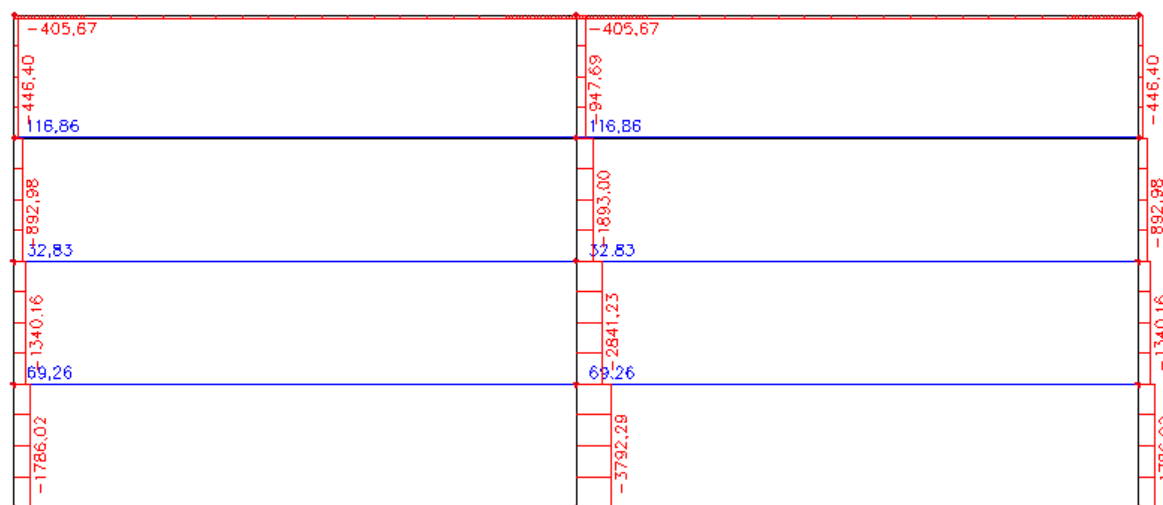
Slika 16: Okvir v osi 3, N (kN), MSN7



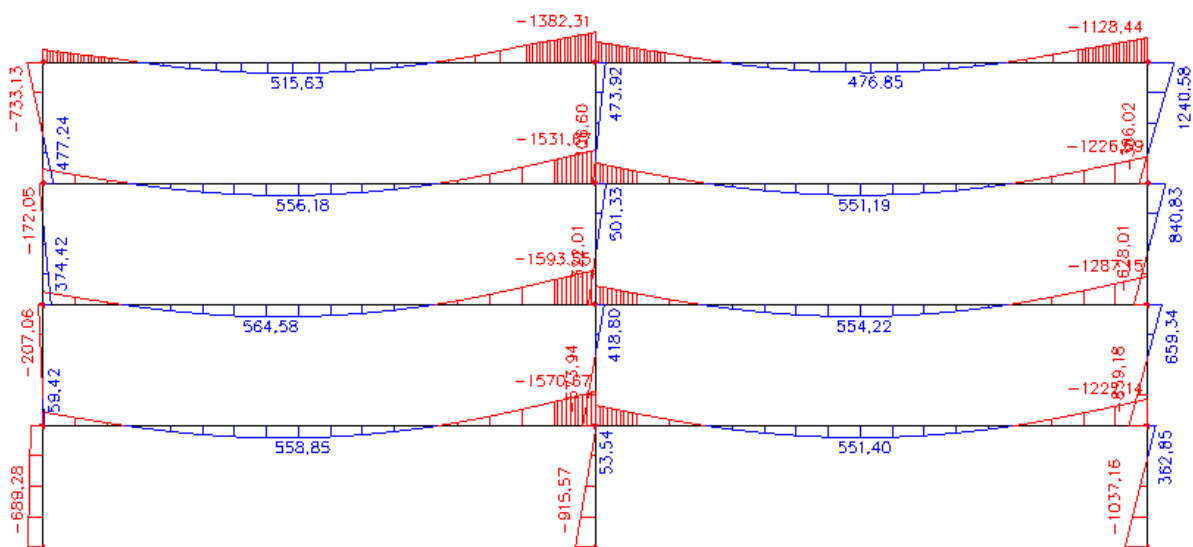
Slika 17: okvir v osi 3, M (kNm), po obtežni kombinaciji A3



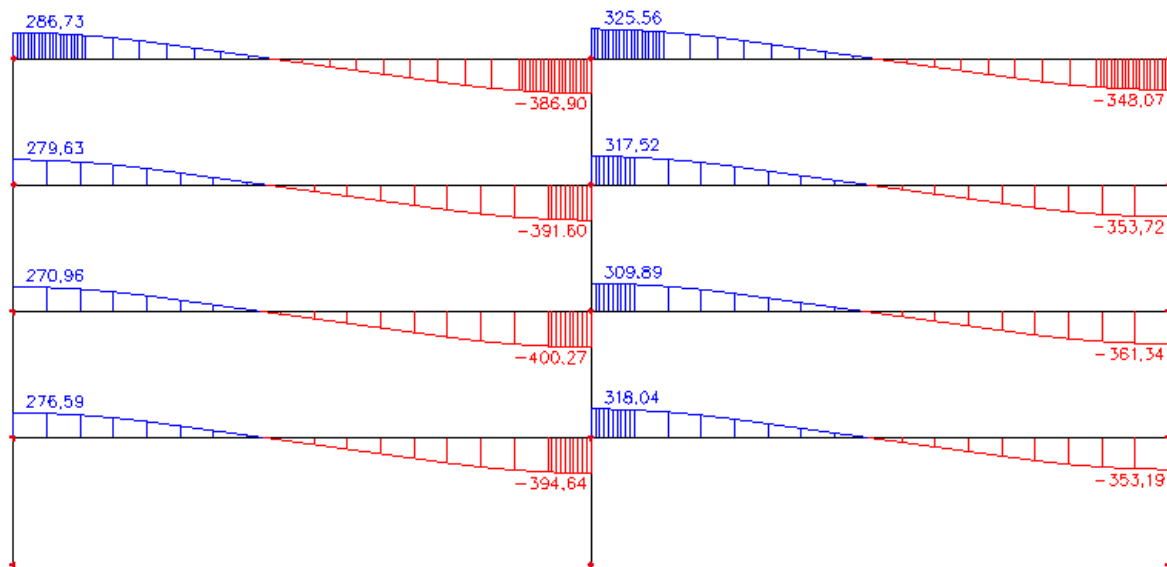
Slika 18: Okvir v osi 3, V (kN) po obtežni kombinaciji A3



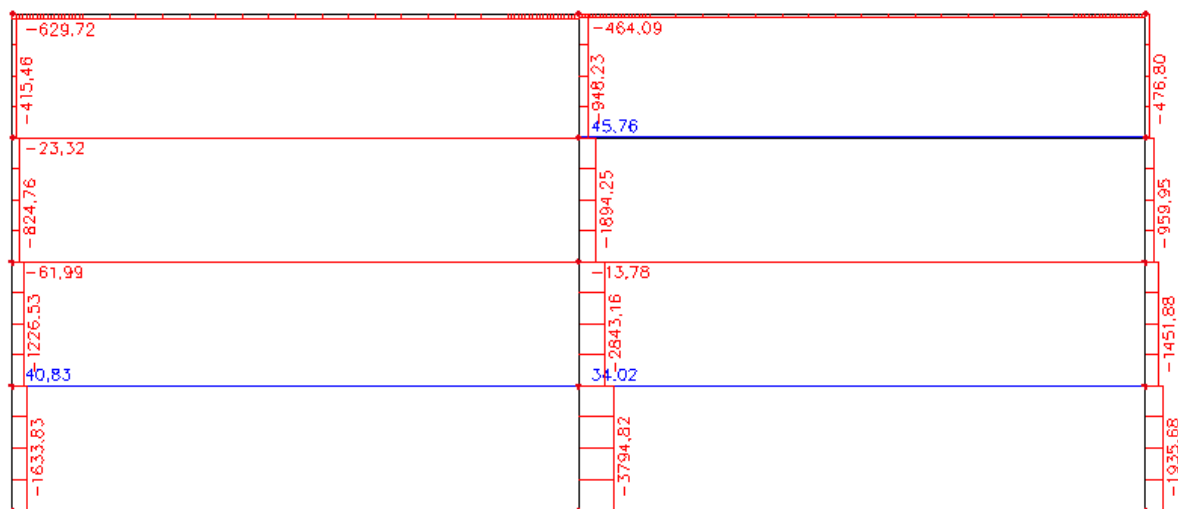
Slika 19: Okvir v osi 3, N (kN) po obtežni kombinaciji A3



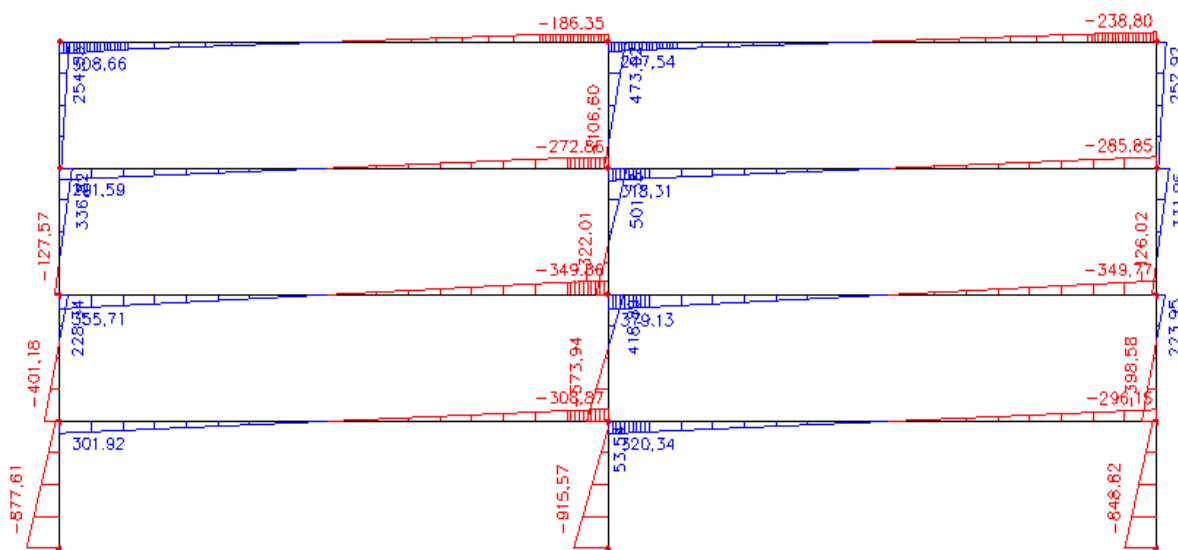
Slika 20: Okvir v osi 3, M_y (kNm), po obtežni kombinaciji A1



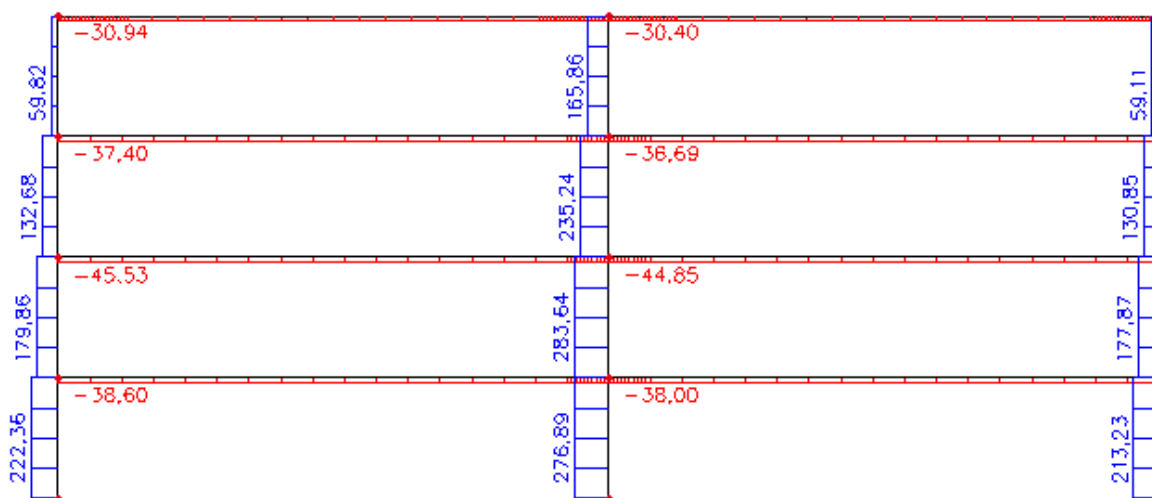
Slika 21: Okvir v osi 3, V (kN) po obtežni kombinaciji A1



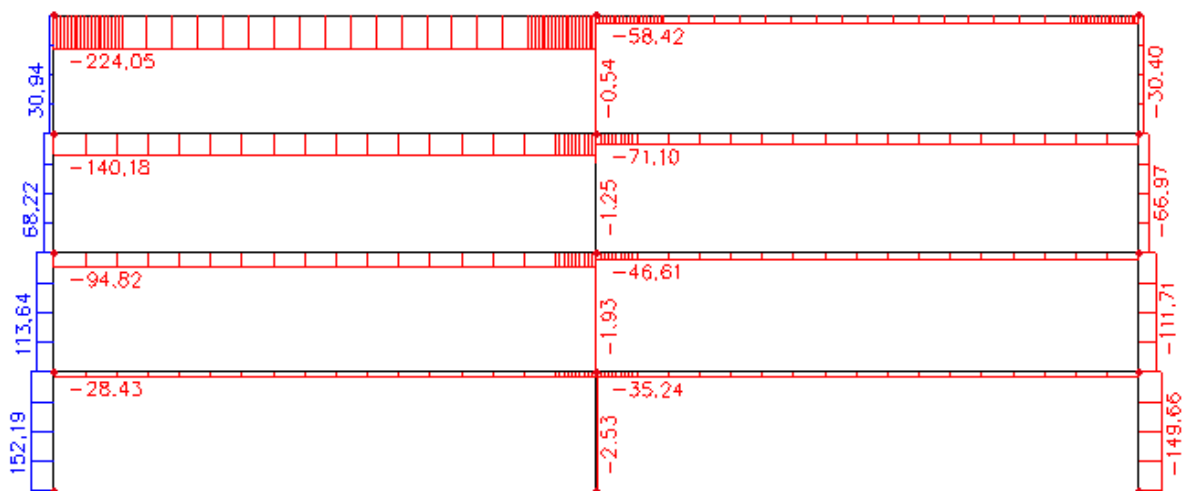
Slika 22: Okvir v osi 3, N (kN) po obtežni kombinaciji A1



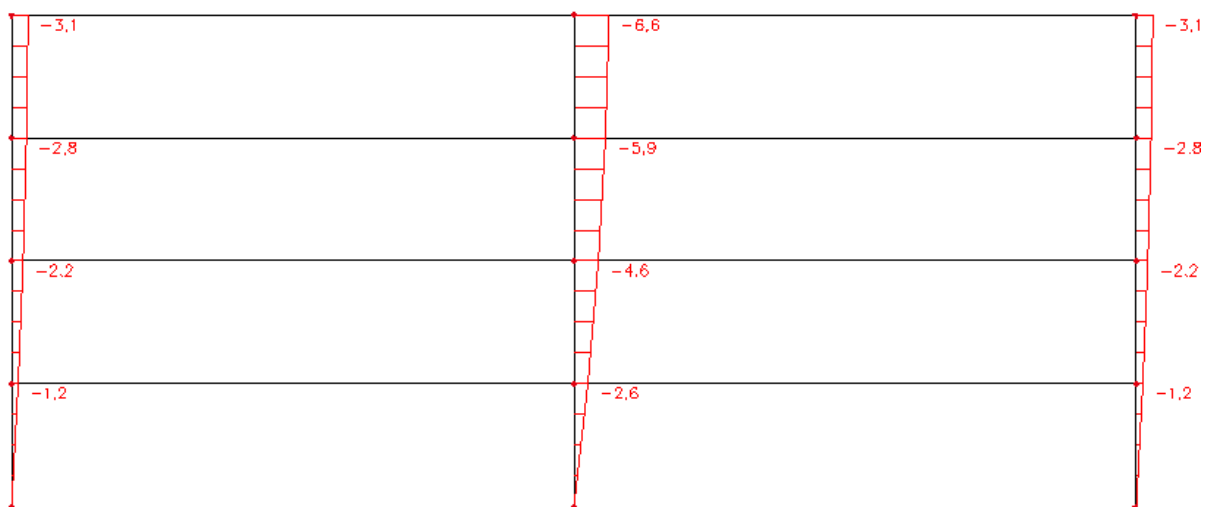
Slika 23: Okvir v osi 3, M (kNm), zaradi potresnih sil v smeri x



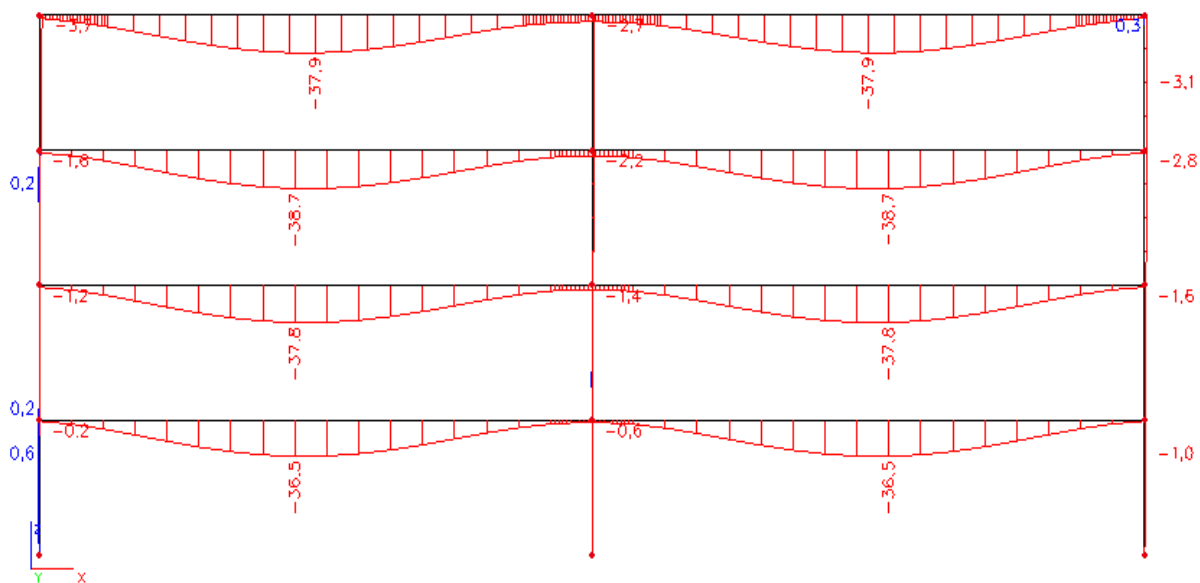
Slika 24: Okvir v osi 3, V (kN), zaradi potresnih sil v smeri x



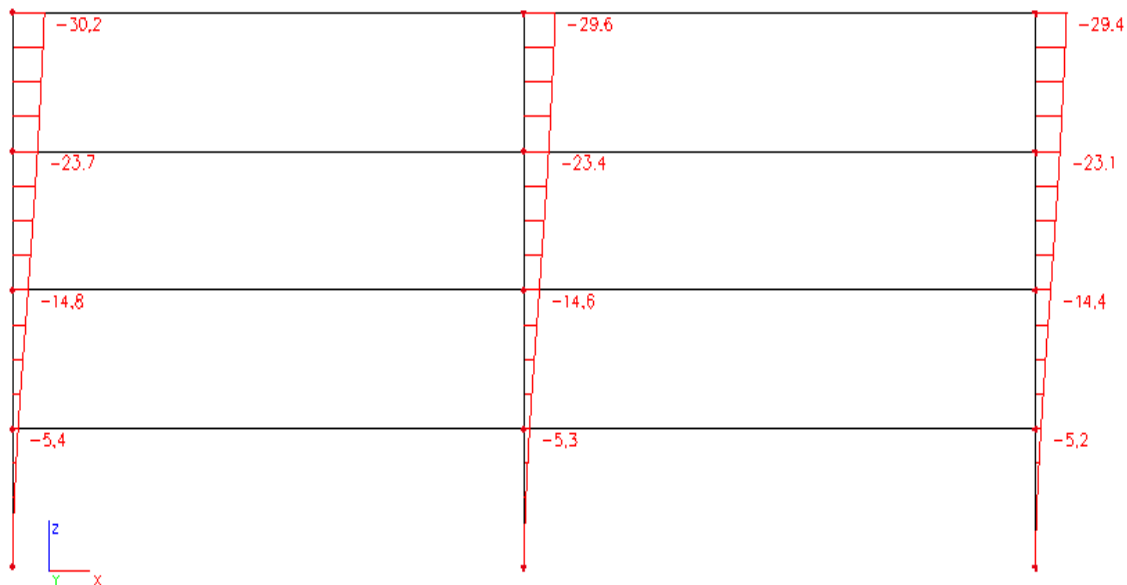
Slika 25: Okvir v osi 3, N (kN), zaradi potresnih sil v smeri x



Slika 26: Horizontalni pomiki okvirja v osi 3, MSU7

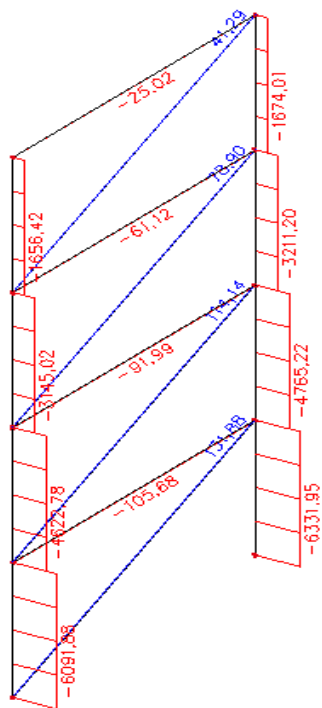


Slika 27: Vertikalni pomiki okvirja v osi 3, MSU7

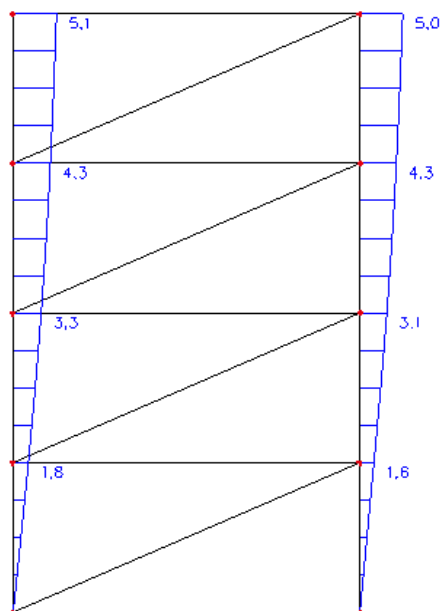


Slika 28: Pomiki zaradi reducirane potresne obtežbe v mm

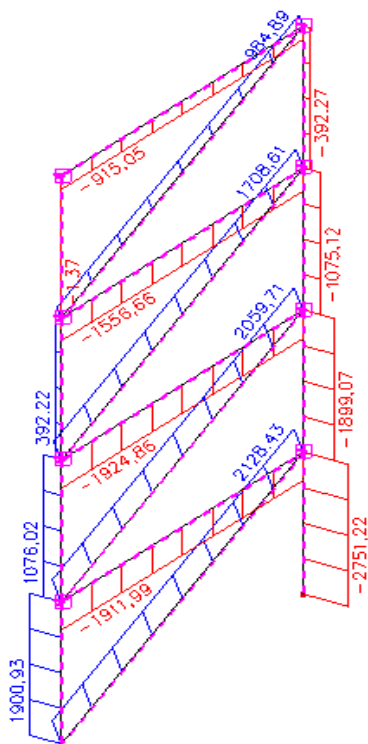
6.2 Prikaz statičnih veličin za okvir s centričnim povezjem



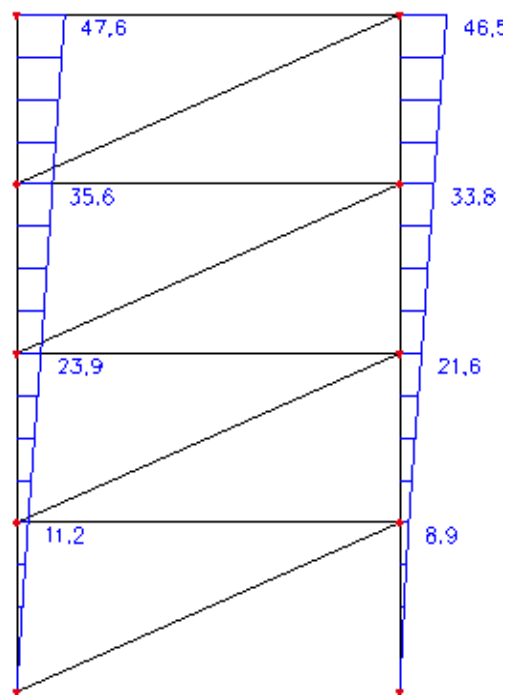
Slika 29: Okvir v osi B, N (kN), MSN 8



Slika 30: Pomiki zaradi obtežne kombinacije MSU8



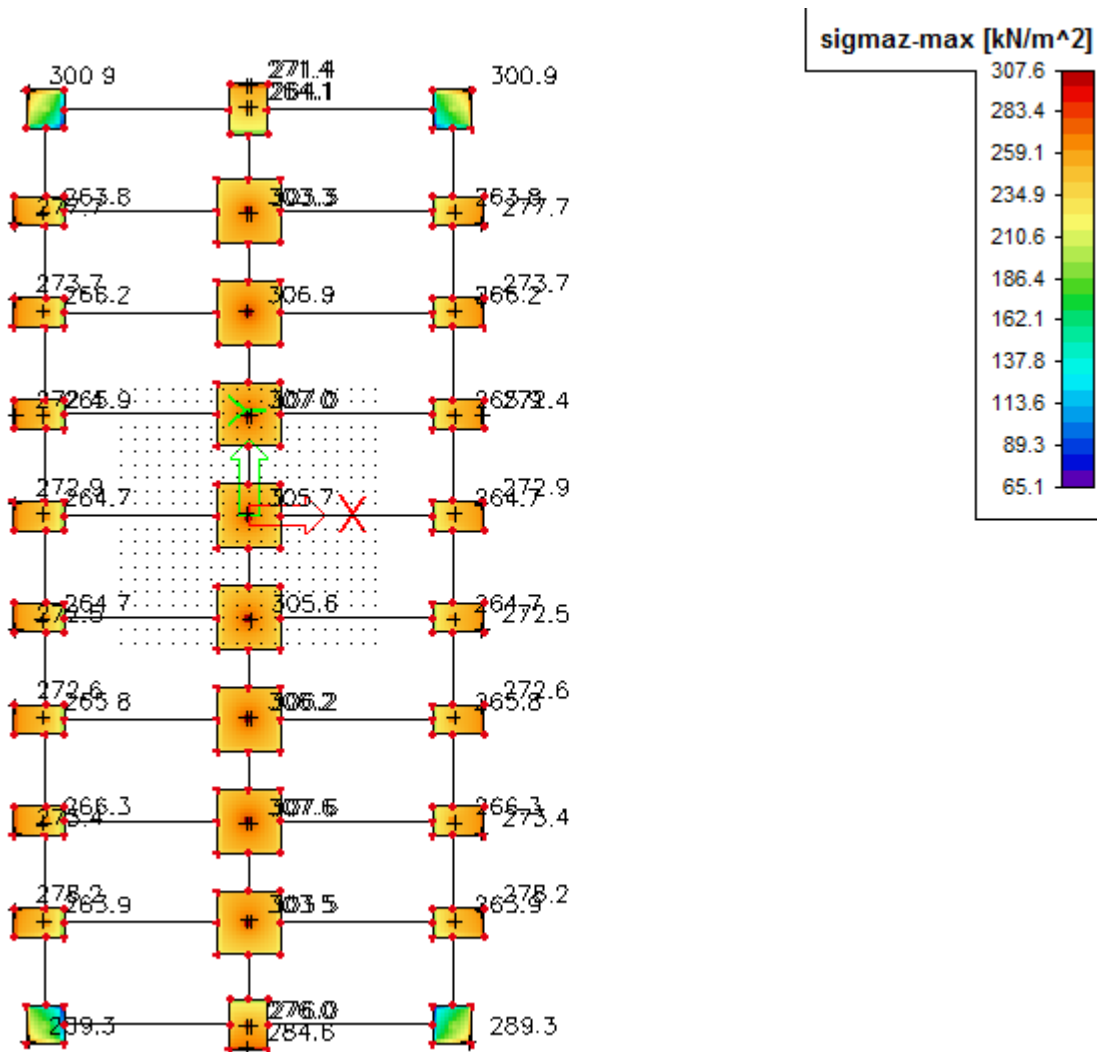
Slika 31: Okvir v osi B, N (kN), potresne sile



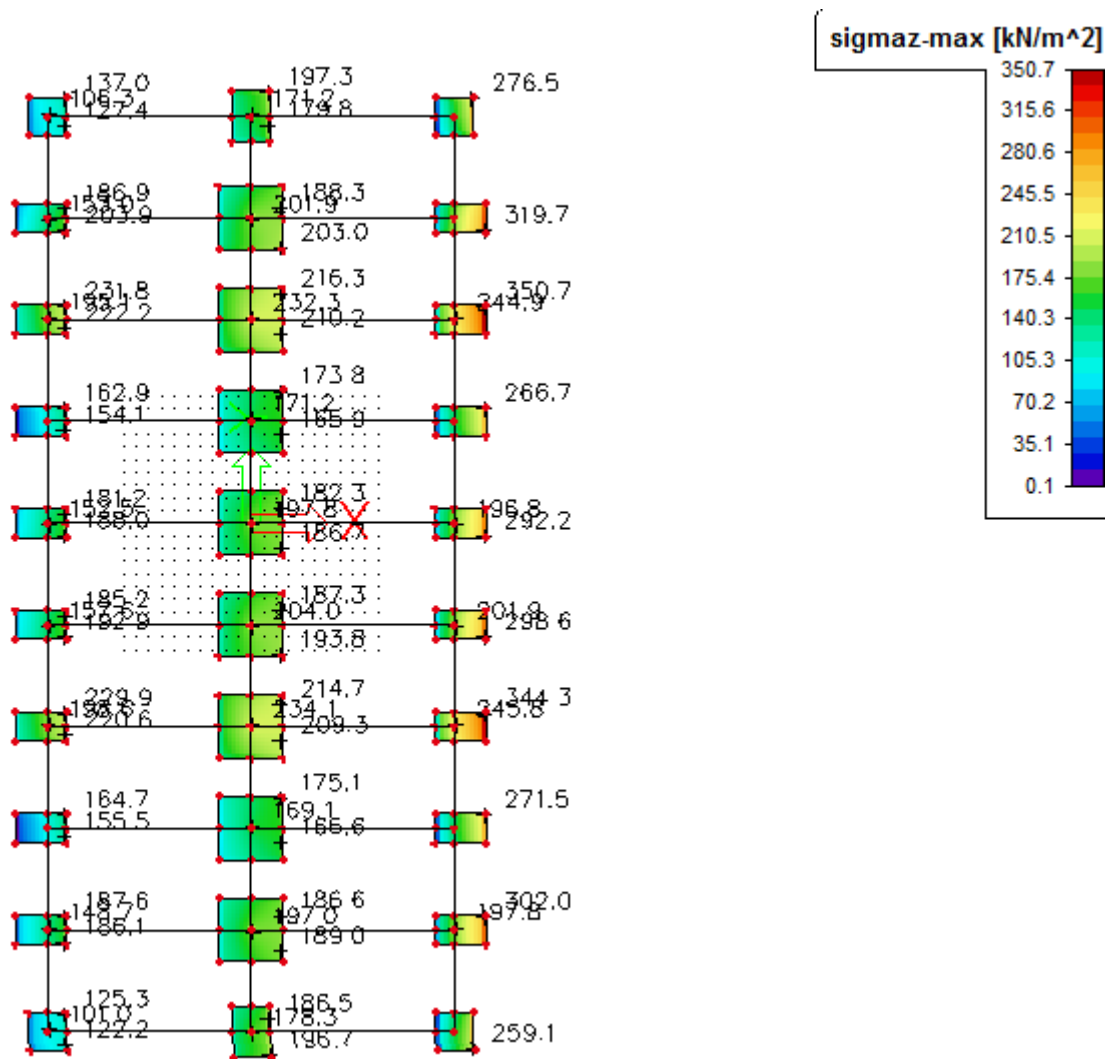
Slika 32: Pomiki zaradi reduciranih potresnih sil v osi B

Osne sile zaradi obtežne kombinacije A3 so razvidne iz slike 19.

6.3 Temeljenje



Slika 33: Kontaktna napetosti zaradi vertikalne obtežbe (1,35G+1,5Q)



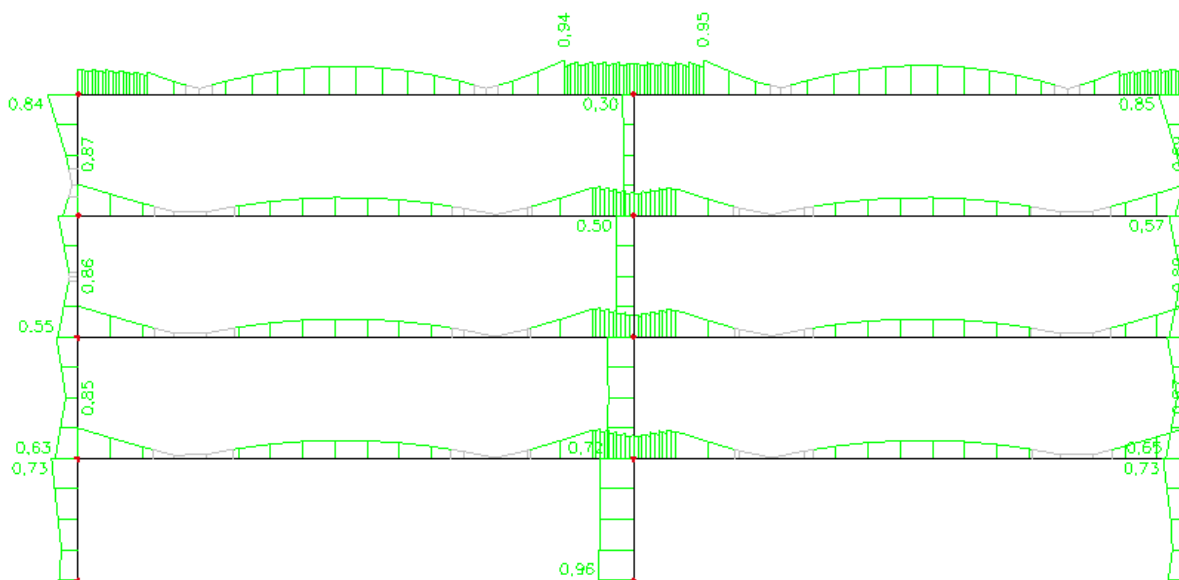
Slika 34: Kontaktne napetosti zaradi kombinacije vertikalne obtežbe ter potresnih sil

Največje napetosti v temeljnih tleh v mejnem stanju nosilnosti so 300 kN/m^2 , zaradi potresne kombinacije pa 350 kN/m^2 .

6.4 Dimenzioniranje elementov momentnega okvirja

6.4.1 Mejno stanje nosilnosti

Izpis dimenzioniranja za prečko in steber iz programa SCIA ESA PT.



Slika 35: Prikaz izkoriščenosti momentnega okvirja v osi 3

Kontrola stabilnosti za najbolj obremenjen notranji steber v osi 3 pri MSN7.

NSd [kN]	Vy.Sd [kN]	Vz.Sd [kN]	Mt.Sd [kNm]	My.Sd [kNm]	Mz.Sd [kNm]
-6132,34	-0,7	33,77	-0,18	-109,77	0,14

STABILITY CHECK	
Buckling	0,91 < 1
LTB	0,05 < 1
Compression + Moment	0,96 < 1
Compression + LTB	0,96 < 1

Buckling parameters	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	10,75	52,73	
Reduced slenderness	0,13	0,65	
Buckling curve	a	b	
Imperfection	0,21	0,34	
Reduction factor	1	0,81	
Length	3,5	3,5	m
Buckling factor	1	1	
Buckling length	3,5	3,5	m
Critical Euler load	512655,47	21318,35	kN

LTB		
LTB length	3,5	m
k	1	
kw	1	
C1	2,05	
C2	0	
C3	0,94	

Kontrola stabilnosti za najbolj obremenjeno prečko pri MSN7

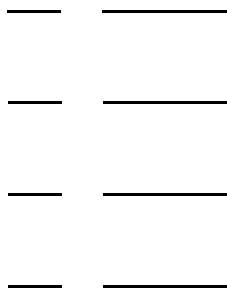
Buckling parameters	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	64.20	2.27	
Reduced slenderness	0.82	0.03	
Buckling curve	a	b	
Imperfection	0.21	0.34	
Reduction factor	0.79	1.00	
Length	16.00	16.00	m
Buckling factor	1.00	0.01	
Buckling length	16.00	0.16	m
Critical Euler load	11415.59	9148661.06	kN

LTB		
LTB length	0.16	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.33	
C2	1.29	
C3	1.73	

STABILITY CHECK	
Buckling	$0.13 < 1$
LTB	$0.71 < 1$
Compression + Moment	$0.94 < 1$
Compression + LTB	$0.82 < 1$

6.4.2 Mejno stanje uporabnosti

Kontrola pomikov za posamezno etažo (glej sliko 26)



Celotna konstrukcija:



Kontrola vertikalnih pomikov (glej sliko 27)

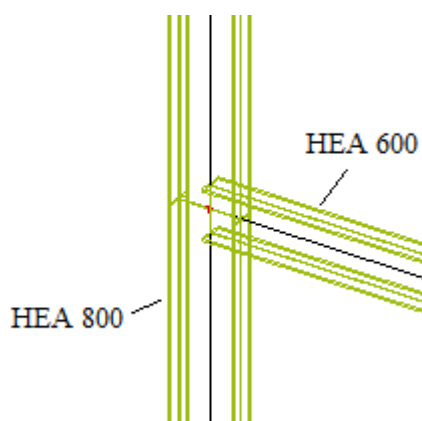


6.4.3 Splošne zahteve po SIST EN 1998-1

- **Pogoj globalne duktilnosti**

Spodaj zapisani pogoj duktilnosti je potrebno preveriti za vsa vozlišča momentnega okvirja:

Vozlišče steber – prečka

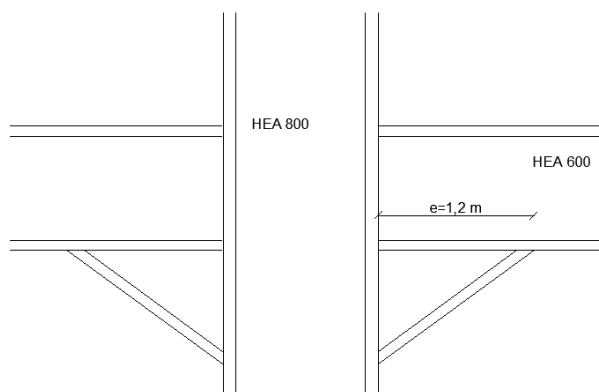


Slika 36: Spoj prečka-steber

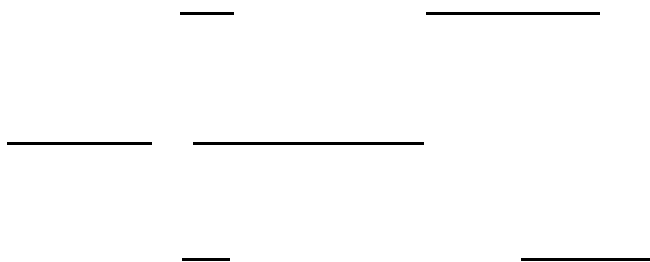


Pogoj _____ je izpolnjen. S tem se zagotovi, da se plastični členek ne razvije v stebru okvirja.

Vozlišče steber – prečka z vuto



Slika 37: Spoj steber-prečka z vuto



Pogoj je izpolnjen, plastični členek se razvije v neojačenem delu prečke.

- **Kontrola vpliva teorije drugega reda**

V vseh etažah mora biti izpolnjen spodnji zapisani pogoj, če ni, je potrebno upoštevati vpliv teorije drugega reda:

Če velja _____ se lahko teorija drugega reda upošteva s povečanjem potresnega vpliva s faktorjem

Določitev etažnih pomikov (glej sliko 28):

Pomiki zaradi potresnih sil dobljeni s programom SCIA ESA PT				
	5,4	14,8	23,7	30,2
	5,4	9,4	8,9	6,5
	35,1	61,1	57,85	42,25

Preglednica 3: Prikaz etažnih pomikov zaradi potresne obtežbe

Račun koeficienta občutljivosti za posamezne etaže (

Pogoj vpliva teorije drugega reda ni izpolnjen v nobeni etaži, zato se pomnoži horizontalni vpliv potresnega projektne stanja s faktorjem

Kontrola etažnih pomikov zaradi vpliva teorije drugega reda:

Pomiki zaradi potresnih sil in upoštevanja teorije II.reda				
	6,5	17,9	28,7	36,5
	6,5	11,2	10,8	7,8
	42,25	72,8	70,2	50,7

Preglednica 4: Pomiki zaradi potresne obtežbe z upoštevanjem teorije II.reda

Pri kontroli pomikov upoštevam, da so nekonstrukcijski elementi pritrjeni na konstrukcijo tako, da deformacije konstrukcije nanje ne vplivajo:

redukcijski faktor, ki je odvisen od pomembnosti stavbe (0,5)

1. etaža	
2. etaža	
3. etaža	
4. etaža	

Preglednica 5: Kontrola pomikov zaradi potresne obtežbe

6.4.4 Dodatne zahteve po EC8 za jeklene momentne okvirje

Glede na izbran faktor redukcije $q=6,5$ momentni okvirji spadajo v razred konstrukcij z visoko stopnjo duktilnosti DCH, za katerega je zahtevan 1. razred kompaktnosti prečnih prerezov.

- **Kontrola kompaktnosti prereza za prečko HEA600**

Stojina, 1. razred kompaktnosti (upoštevam čisti upogib):

— ———

Pasnica, 1. razred kompaktnosti (predpostavim, da je zgornja pasnica v tlaku):

— — — — —

- **Kontrola kompaktnosti prereza za steber HEA800**

Stojina, 1. razred kompaktnosti:

— —

Pasnica:

— — — — —

- **Kontrola nosilnosti prečke**

- Kontrola upogibne nosilnosti

— — — — —

Moment v polju:

— — — — —

Moment nad podporo (krajni moment):

— — — — —

- Kontrola osne sile

—

— —

Projektna osna sila:

— —

- Kontrola prečne sile

— —

— —

— —

— —

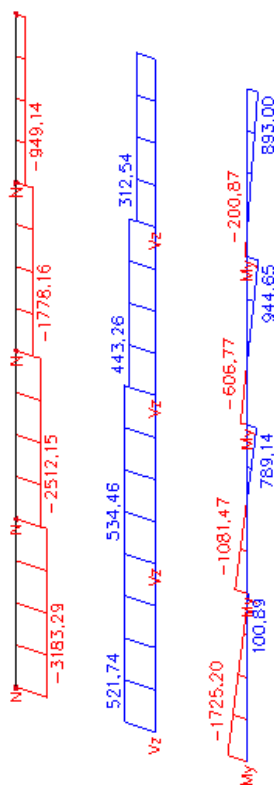
— —

- **Kontrola nosilnosti stebrov**

Stebre je potrebno preveriti na tlačno obremenitev ob upoštevanju najneugodnejše kombinacije tlačne sile in upogibnih momentov, in sicer:

Račun faktorja γ - je najmanjša vrednost med vsemi nosilci.

Pri izračunu $N_{Ed,E}$ je potrebno pri stebrih momentnega okvirja, ki so hkrati tudi stebri okvirja s centričnim povezjem upoštevati 30% osne sile od potresnega vpliva v vzdolžni smeri.



Slika 38: Prikaz notranjih sil (N,V,M) za notranji stebec v osi 3, zaradi obtežnih kombinacij na strani 47

Kontrola stabilnosti (računalniški izpis iz programa SCIA ESA PT):

NSd	Vy.Sd	Vz.Sd	Mt.Sd	My.Sd	Mz.Sd
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
-3183,29	-0,06	521,74	0,52	-1725,2	0

Buckling parameters	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	10,75	52,73	
Reduced slenderness	0,13	0,65	
Buckling curve	a	b	
Imperfection	0,21	0,34	
Reduction factor	1	0,81	
Length	3,5	3,5	m
Buckling factor	1	1	
Buckling length	3,5	3,5	m
Critical Euler load	512655,47	21318,35	kN

LTB		
LTB length	3,5	m
k	1	
kw	1	
C1	1,96	
C2	0	
C3	0,94	

STABILITY CHECK	
Buckling	$0,47 < 1$
LTB	$0,72 < 1$
Compression + Moment	$0,99 < 1$
Compression + LTB	$0,99 < 1$

6.5 Dimenzioniranje elementov vzdolžnega okvirja

6.5.1 Mejno stanje nosilnosti

- **Dimenzioniranje prereza diagonal**

Osne sile (glej sliko 31):

Izberem prerez SHS 180/180/12,5:

Izberem prerez SHS 160/160/12,5:

Izberem prerez SHS 150/150/12,5:

Izberem prerez SHS 100/100/10:

Izpis iz programa SCIA ESA PT.

Izkoriščenost najbolj obremenjenega okvirja v vzdolžni smeri, os B:

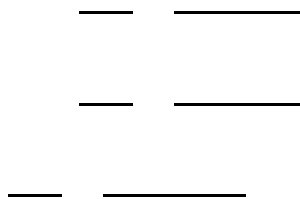
1. etaža	SHS180/180/12.5	S 355	A2	0,98
2. etaža	SHS160/160/12.5	S 355	A2	0,90
3. etaža	SHS150/150/12.5	S 355	A2	0,70
4. etaža	SHS100/100/10.0	S 355	A2	0,79

Preglednica 6: Izkoriščenost diagonal po A2 (izpis iz SCIA ESA PT)

6.5.2 Mejno stanje uporabnosti

Okvir s centričnim povezjem prevzame samo horizontalno obtežbo, tako da preverim pomike samo v horizontalni smeri.

Kontrola etažnih pomikov v vzdolžni smeri (glej sliko 30):



6.5.3 Splošne zahteve po SIST EN 1998-1

- **Kontrola vpliva teorije drugega reda**

V vseh etažah mora biti izpolnjen spodnji zapisani pogoj, če ni, je potrebno upoštevati vpliv teorije drugega reda:

Če velja _____ se lahko teorija drugega reda upošteva s povečanjem potresnega vpliva s faktorjem _____

Določitev etažnih pomikov v vzdolžni smeri (glej sliko 32):

Pomiki zaradi potresnih sil dobljeni s programom SCIA ESA PT				
	11,2	23,9	35,6	47,6
	11,2	12,7	11,7	12
	44,8	50,8	46,8	48

Preglednica 7: Pomiki zaradi potresne obtežbe v vzdolžni smeri

Račun koeficienta občutljivosti za posamezne etaže (

Vpliva teorije drugega reda ni potrebno upoštevati.

Pri kontroli pomikov upoštevam, da so nekonstrukcijski elementi pritrjeni na konstrukcijo tako, da deformacije konstrukcije nanje ne vplivajo:

redukcijski faktor, ki je odvisen od pomembnosti stavbe (0,5)

1. etaža	
2. etaža	
3. etaža	
4. etaža	

Preglednica 8: Kontrola pomikov zaradi potresne obtežbe

6.5.4 Dodatne zahteve po EC8

Okvir s centričnim povezjem je treba projektirati tako, da plastifikacija nateznih diagonal nastopi pred porušitvijo spojev in pred plastifikacijo ali nestabilnostjo nosilcev in stebrov.

- **Izračun faktorjev dodatne nosilnosti:**

Pogoj je, da se posamezne etaže ne sme razlikovati za več kot 25%

Za izračun faktorjev dodatne nosilnosti upoštevam naslednje:

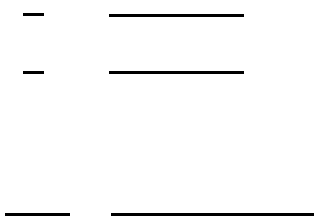
Kvadratna cev SHS 180/180/12,5	2914,55kN	1,37
Kvadratna cev SHS 160/160/12,5	2559,55kN	1,24
Kvadratna cev SHS 150/150/12,5	2382,05kN	1,39
Kvadratna cev SHS 100/100/10	1238,95kN	1,25

Preglednica 9: Vrednosti faktorjev za dodatno nosilnost

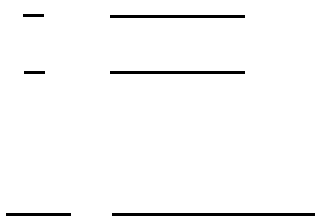
- **Omejitev relativne vitkosti :**

S tem pogojem je omogočen uklon tlačne diagonale.

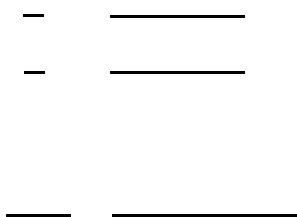
Vitkost diagonale 180/180/12,5:



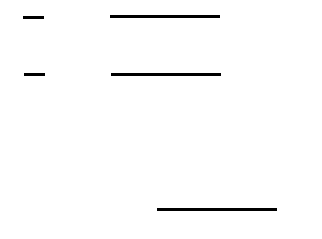
Vitkost diagonale 160/160/12,5:



Vitkost diagonale 150/150/12,5:



Vitkost diagonale 100/100/10:

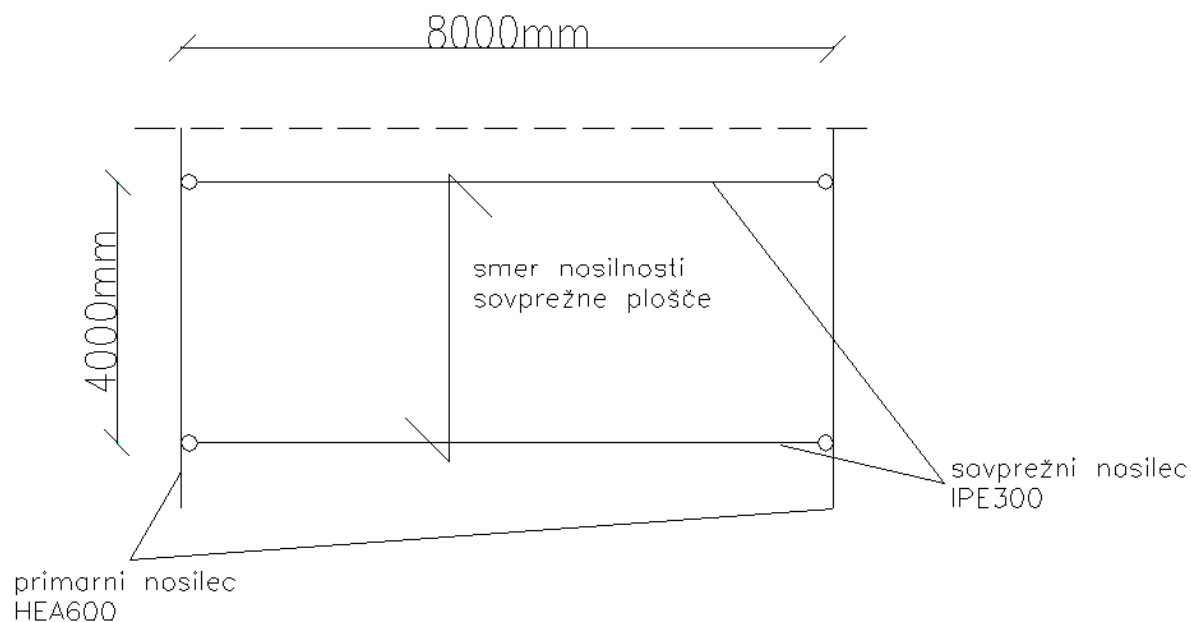


Diagonali centričnega povezja v 4. etaži je potrebno med seboj stikovati.

Prezezi izbranih diagonal ustrezajo kriteriju vitkosti in kriteriju dodatne nosilnosti.

7 MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA

7.1 Sovprežna plošča



Slika 39: Skica prenosa obtežbe s sovprežne plošče na primarne nosilce

Za sovprežno ploščo uporabim TRIMO H74-1, , S280, beton C25/30.

Vsi podatki za sovprežno ploščo so povzeti (Darko Beg; et al. 2005)

Vhodni podatki o sovprežni plošči:

Razpon:

Višina profilirane pločevine:

Obtežba:

Lastna (pločevina+beton):

Stalna (asfalt, hidroizolacija,...):

Koristna:

h [cm]	g _i [kN/m ²]	metoda	p _{Ed MSN} [kN/m ²]											
			3	4	5	6	8	10	12	16	18	20	22	24
12	2,14	S1	549	507	474	447	403	366	335	291	274	260	247	236
		S2	549	507	474	447	403	371	345	306	291	278	267	257
		S3	566	523	489	461	416	382	352	307	290	275	262	251
		S4	588	544	508	479	432	397	370	326	309	294	281	269
14	2,64	S1	591	550	517	489	445	411	376	325	306	289	275	263
		S2	591	550	517	489	445	411	384	342	326	312	299	288
		S3	619	576	542	513	466	430	402	352	331	314	299	286
		S4	663	618	581	550	500	461	431	384	366	348	332	318
16	3,14	S1	623	584	551	524	479	444	415	358	336	318	302	288
		S2	623	584	551	524	479	444	416	372	355	340	327	315
		S3	659	617	583	554	506	469	440	393	371	351	334	319
		S4	719	674	636	604	553	512	480	430	410	393	377	363
20	4,14	S1	669	633	602	576	532	496	467	420	394	372	353	337
		S2	669	633	602	576	532	496	467	422	404	387	373	360
		S3	715	677	644	616	569	531	500	451	431	414	399	382
		S4	796	753	717	685	633	591	556	502	480	461	444	429
25	5,39	S1	707	675	647	622	580	545	516	470	451	434	415	396
		S2	707	675	647	622	580	545	516	470	451	434	419	405
		S3	761	727	697	670	625	587	556	506	485	467	451	436
		S4	858	819	785	755	704	662	627	570	547	527	509	492

Preglednica 10: Mejni razponi sovprežnih stropov

(povzeto po: Darko Beg; et al. 2005)

Največji dovoljeni mejni razpon je 444cm.

Situacija S1 upošteva prevzem vzdolžnega striga z mehansko strižno vezjo, ki jo zagotavljajo deformirani deli pločevine.

- **Montažno stanje – faza betoniranja**

Izberem širino podpore $b=150\text{mm}$ (širina pasnice IPE 300 = 150mm)

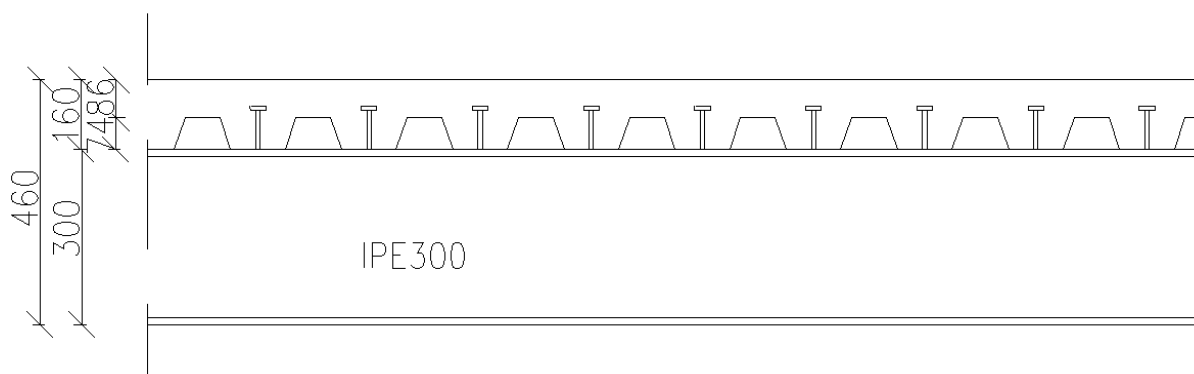
Razmak med začasnimi podporami je podan v preglednici 11.

h [cm]	Prostoležeči nosilec		Kontinuirni nosilec					
	MSU I/180	MSN	MSU I/180	MSN - širina podpore [cm]				
				7,5	10	15	20	30
12	337	358	415	315	325	338	347	359
14	318	307	393	283	293	306	314	326
16	303	267	374	258	267	280	288	300
20	285	212	354	220	229	241	249	260
25	261	169	324	187	195	207	215	225

Preglednica 11: Mejni razponi pločevine v vlogi opaža
 (povzeto po: Darko Beg; et al. 2005)

Mejni razpon v montažnem stanju po višini sovprežne plošče $h=16\text{cm}$ je 267cm . Dodatno podpiranje je potrebno.

7.2 Sovprežni nosilec



Slika 40: Skica sovprežnega nosilca s sovprežno ploščo

Izbira jeklenih profilov:

— — — — —

Izberem IPE 300.

- Material

- jeklo: S355

- beton: C25/30

- armatura: RA400/500

- čepi:

- Določitev obtežbe

Lastna teža jeklenega nosilca:	$g_a = 0,422 \text{ kN/m}$
Lastna teža asfalta, hidroizolacije, inštalacij:	$g_{ost} = 1,92 \text{ kN/m}^2 \quad 4 \text{ m} = 7,68 \text{ kN/m}$
Koristna obtežba:	
- strjen beton $24+1=25 \text{ kN/m}^3$	$q_c = 0,086 \text{ m} \quad 25 \text{ kN/m}^3 \quad 4 \text{ m} = 8,6 \text{ kN/m}$
- svež beton $24+1+1=26 \text{ kN/m}^3$	$q_{c1} = 0,086 \text{ m} \quad 26 \text{ kN/m}^3 \quad 4 \text{ m} = 8,94 \text{ kN/m}$
- obtežba med betoniranjem	$q_m = 0,75 \text{ kN/m}^2 \quad 4 \text{ m} = 3 \text{ kN/m}$
- obtežba v končnem stanju	$q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2 \quad 4 \text{ m} = 10 \text{ kN/m}$
Delavci, oprema:	$q_{m1} = 0,75 \text{ kN/m}^2 \quad 4 \text{ m} = 3 \text{ kN/m}$

Preglednica 12: Pregled obtežb

- **Montažno stanje**

- Obremenitev

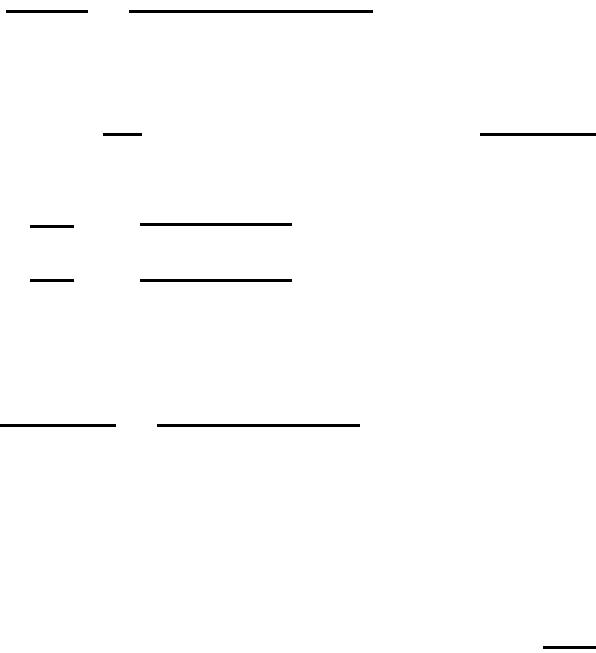
- Kontrola upogibne nosilnosti prereza

- Kontrola strižne nosilnosti

- Kontrola bočne zvrnitve

Med montažo zagotovimo bočno podpiranje zgornjega in spodnjega pasu na tretinji razpona.

- Vitkost tlačene pasnice:



Prerez je kompakten.

- Kontrola pomikov

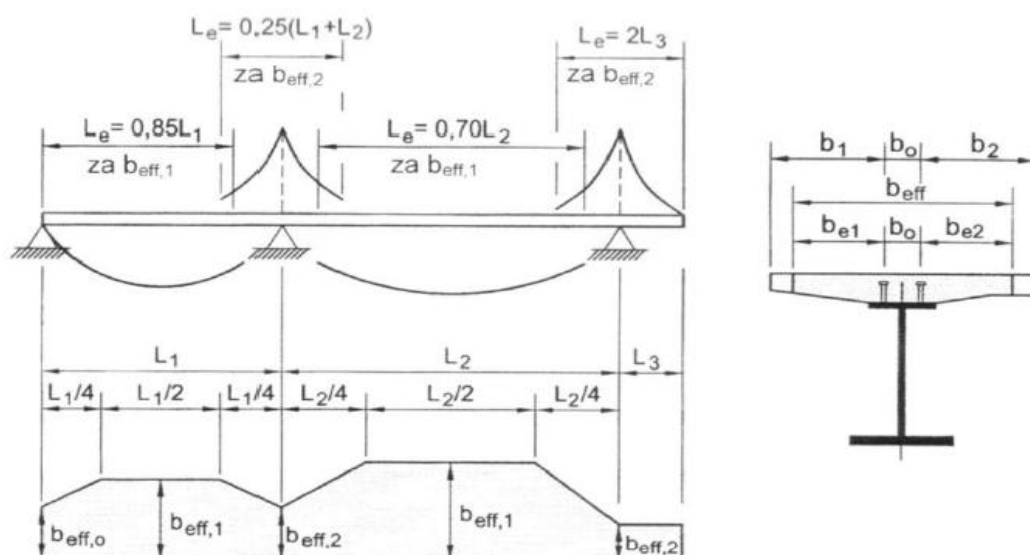


- **Sovprežno stanje**

Postopek gradnje ni več važen, ker gre za plastično analizo. Vso obtežbo prevzame sovprežni prerez.

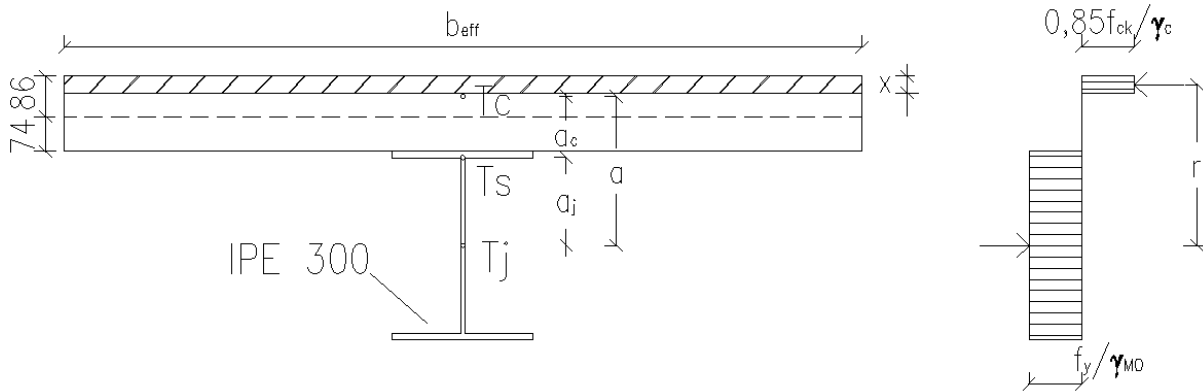
- Obremenitve

- Sodelujoča širina (prerez v polju)



Slika 41: Ekvivalentni razponi za sodelujočo širino betonske pasnice
(povzeto po SIST EN 1994-1-1:2005)

- Račun geometrijskih karakteristik sovprežnega prereza:



Slika 42: Shematski prikaz geometrije sovprežnega prereza

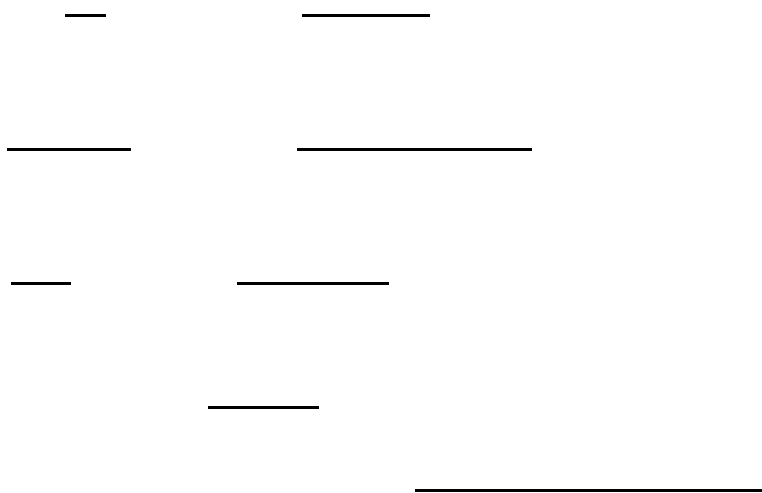
— — — — —

————— —————

Pri je I minimalen:

————— —————

Površina sovprežnega prereza:



- Kontrola upogibne nosilnosti

Račun lege nevtralne osi



- Kontrola strižne nosilnosti

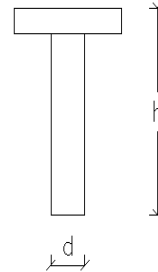
Strig prevzame I profil.



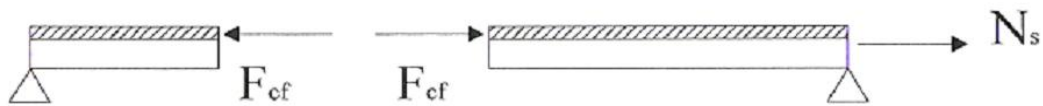
- Kontrola vzdolžnega striga (kontrola čepov)

Upoštevam polno sovprežnost!

Čep:



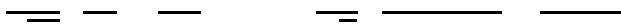
Vzdolžna strižna sila:



Slika 43: Vzdolžna strižna sila



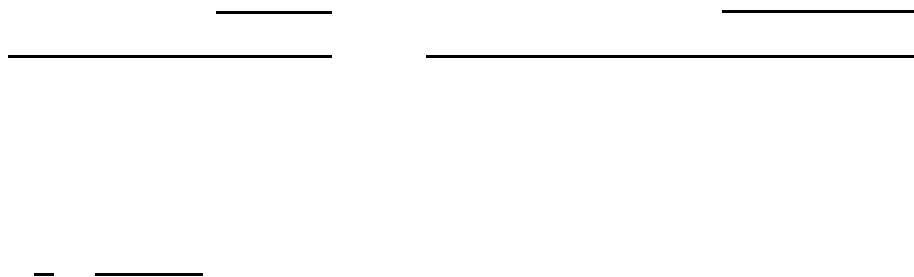
Pločvina z valovi, prečno na nosilec (SIST EN 1994-1-1; točka 6.6.4.2):



Prestrig enega čepa:



Bočni pritisk čepa na beton:



Nosilnost enega čepa:

Število čepov na $L/2$:



Število čepov vzdolž celotnega nosilca:

Pogoj za enakomerno razporeditev čepov.



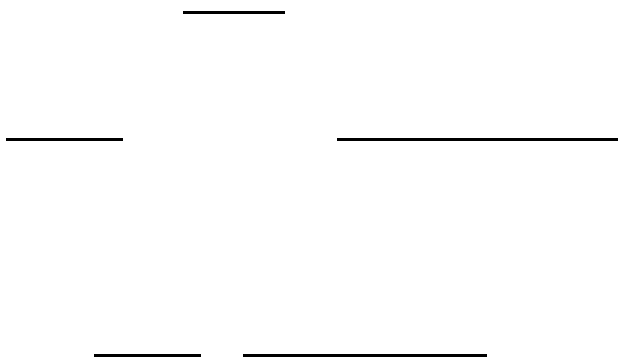
Pogoji za čepa:

Širina pasnice za IPE300 je 150mm. Osna razdalja med čepoma je $r=75\text{mm}$.

→ razdalja med robom čepa in robom pasnice

- Vzdolžni strig

Kontrola nosilnosti pločevine:



- Kontrola porušitve betona v tlačnem pasu



- Kontrola pomikov



Skupni pomik:

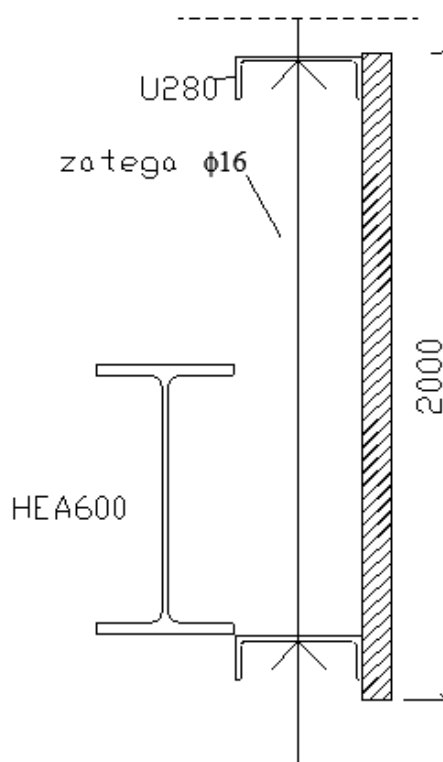
Upoštevam pomika v montažnem in sovprežnem stanju.



Nosilec nadvišamo za 3 cm.

8 FASADNA PODKONSTRUKCIJA

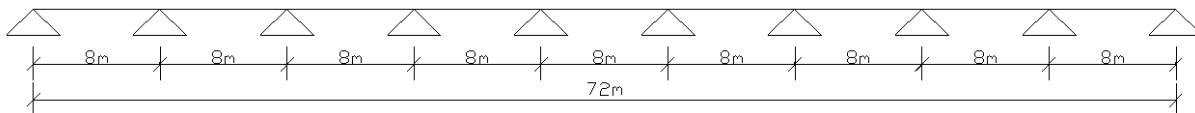
Za čelno fasado ter stransko fasado izberem Trimo fasadne panele, ki bodo pritrjeni na 2 metra višine etaže. V prečni smeri, kjer je osna razdalja 16 metrov, profile še dodatno podprem v polju z zategami. Teža fasadnih panelov, vključno s fasadno podkonstrukcijo je:



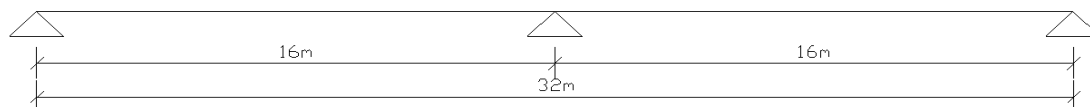
Slika 44: Skica fasadne podkonstrukcije v prečni smeri

Obtežba vetra je za čelno kakor tudi stransko fasado enaka, in sicer:

Računska modela:



Slika 45: Računski model za podkonstrukcijo stranske fasade



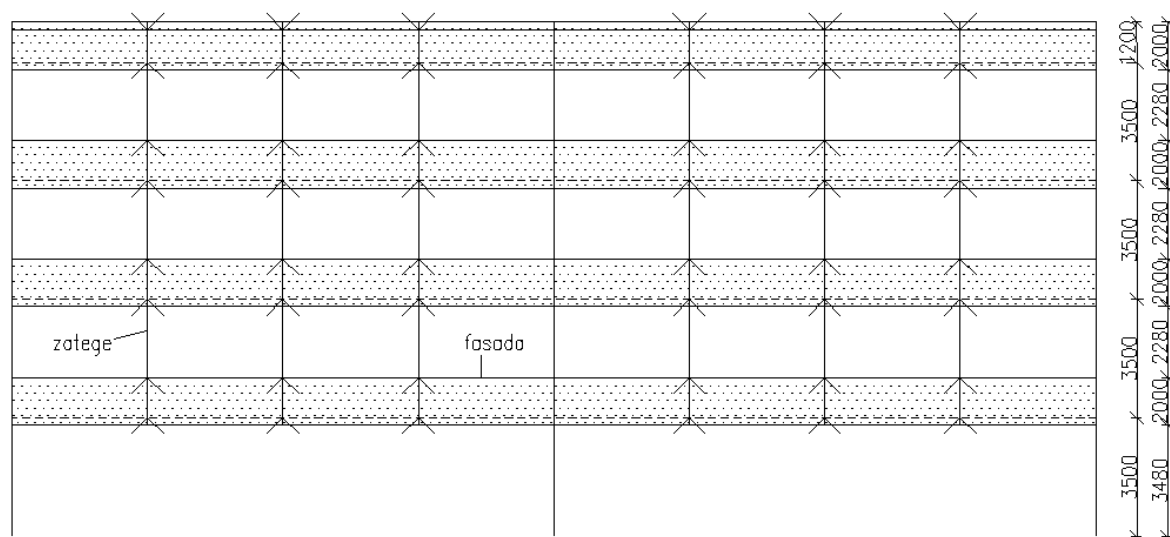
Slika 46: Računski model za podkonstrukcijo čelne fasade

Kontrola nosilnosti:

Merodajna kombinacija za preverjanje nosilnosti čelne in stranske fasadne podkonstrukcije:

Merodajna kombinacija za preverjanje upogiba:

8.1 Čelna fasada



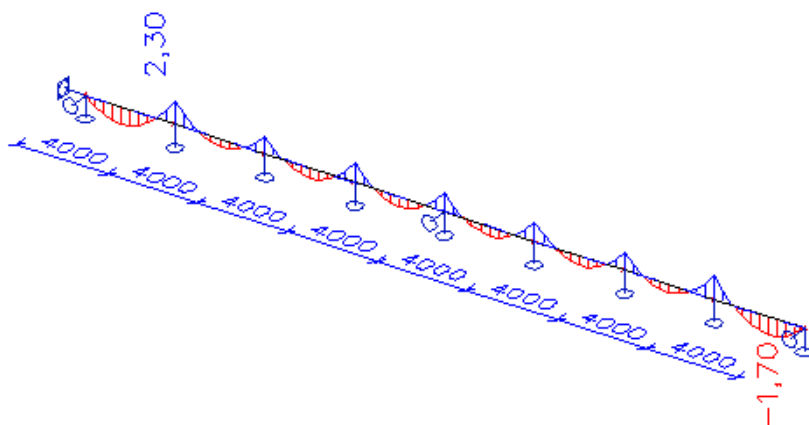
Slika 47: Skica čelne fasade

Izberem U 280.

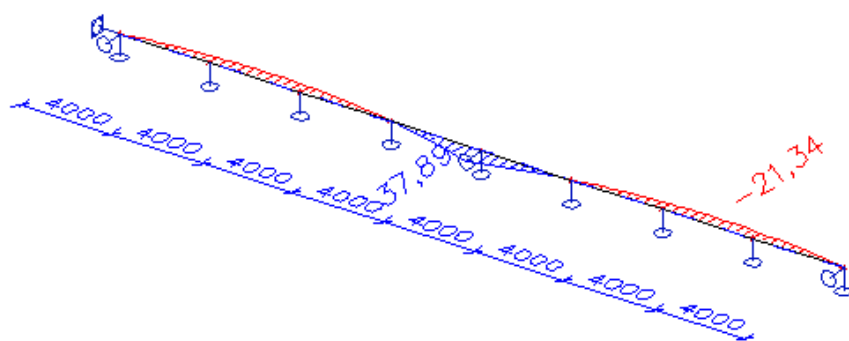
Kontrola stabilnosti (računalniški izpis iz programa SCIA ESA PT):

LTB		
LTB length	4	m
k	1	
kw	1	
C1	1,85	
C2	0,03	
C3	0,94	

STABILITY CHECK	
LTB	0,45 < 1
Compression + Moment	0,36 < 1
Compression + LTB	0,55 < 1

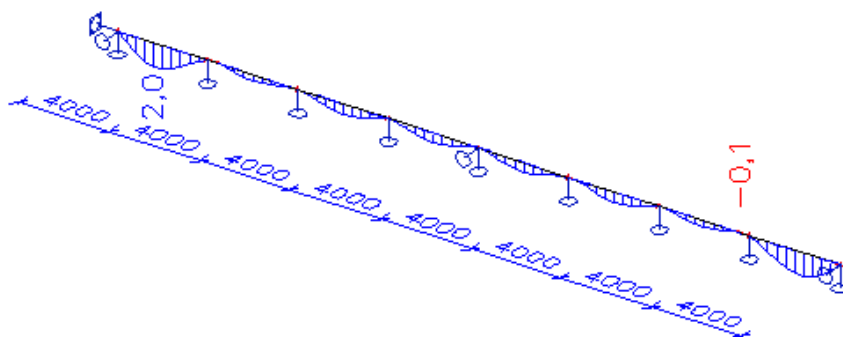


Slika 48: Momenti v smeri z (kNm)

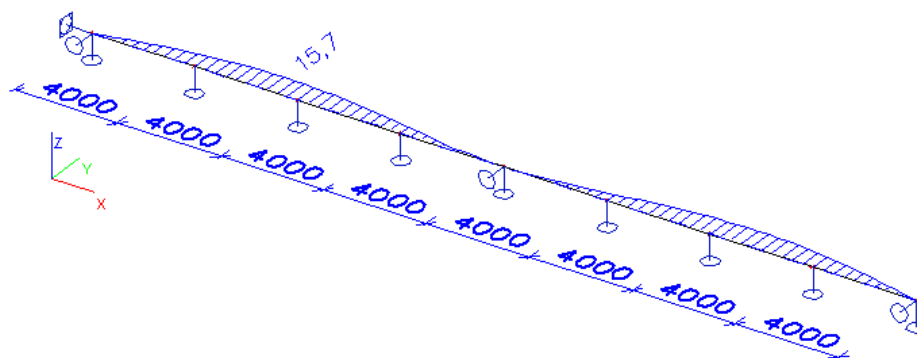


Slika 49: Momenti v smeri y (kNm)

- **Kontrola pomikov za mejno stanje uporabnosti:**



Slika 50: Pomiki v smeri y v mejnem stanju uporabnosti



Slika 51: Pomiki v smeri z v mejnem stanju uporabnosti

Dimenzioniranje zateg med fasadnimi legami na čelni fasadi

Obremenitev:

Reakcija, ki povzroča nateg v zategi:

7... število podprtih elementov.

Potreben prerez zatege:

Izberem palice ,

Zatege so na 4 metre pritrjene na zgornji profil HEA240.

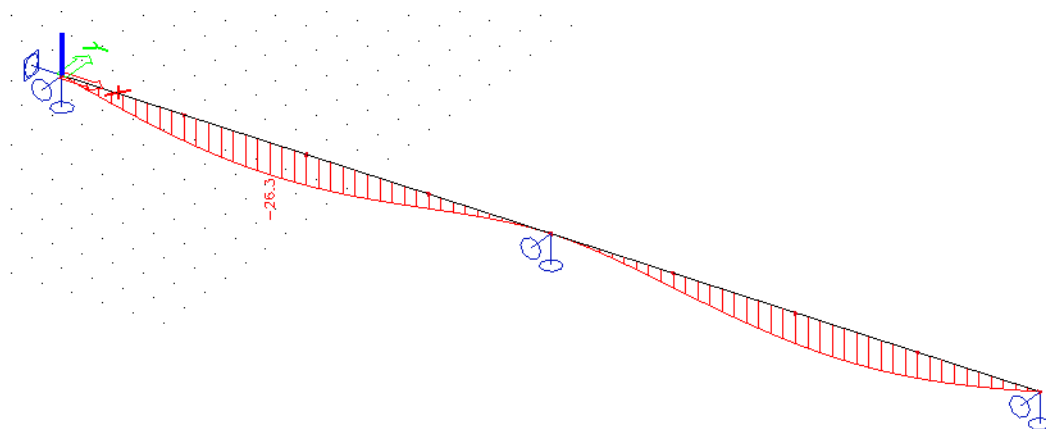
Kontrola stabilnosti za HEA240 (računalniški izpis iz programa SCIA ESA PT):

NSd	Vy.Sd	Vz.Sd	Mt.Sd	My.Sd	Mz.Sd
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
0	-10,12	16,08	0	-51,39	32,39

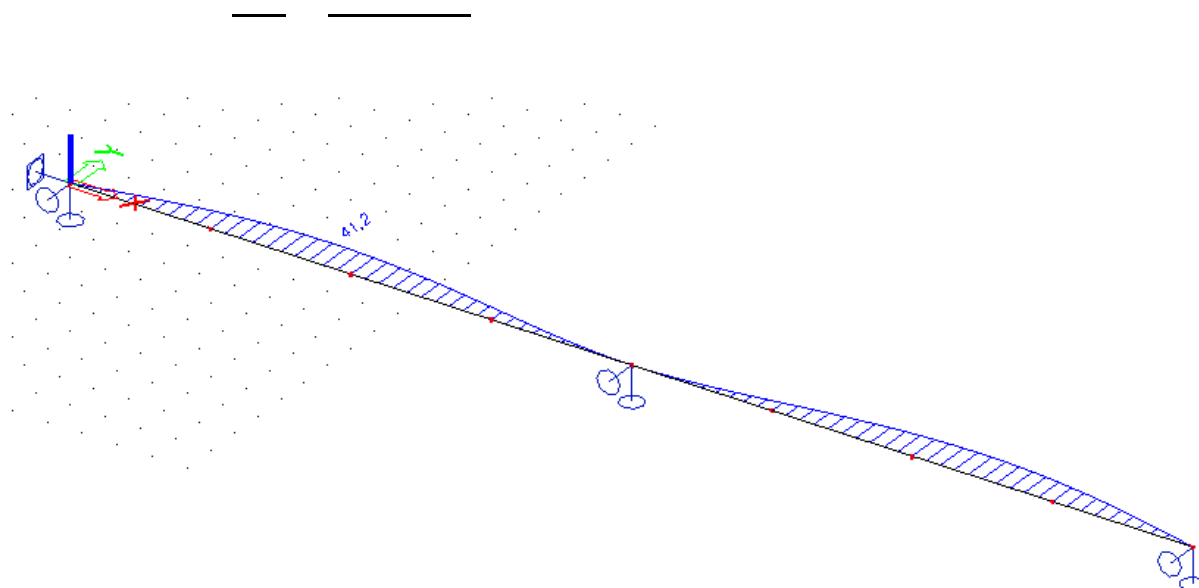
LTB		
LTB length	16	m
k	1	
kw	1	
C1	1,58	
C2	0,66	
C3	2,64	

STABILITY CHECK	
LTB	$0,50 < 1$
Compression + Moment	$0,67 < 1$
Compression + LTB	$0,93 < 1$

- **Kontrola pomikov HEA240**

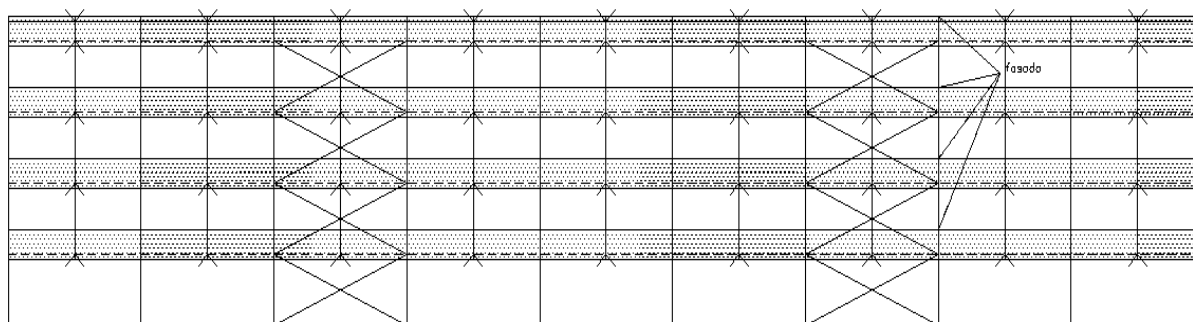


Slika 52: Pomiki v smeri z v mejnem stanju uporabnosti



Slika 53: Pomiki v smeri y v mejnem stanju uporabnosti

8.2 Stranska fasada



Slika 54: Skica stranske fasade

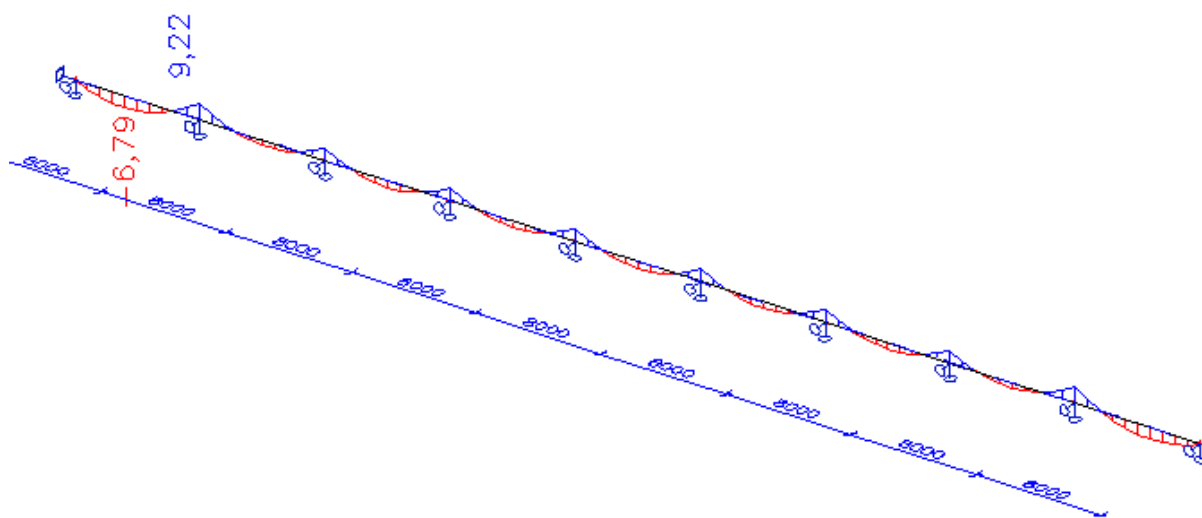
Izberem U280.

Kontrola stabilnosti za U280 (računalniški izpis iz programa SCIA ESA PT):

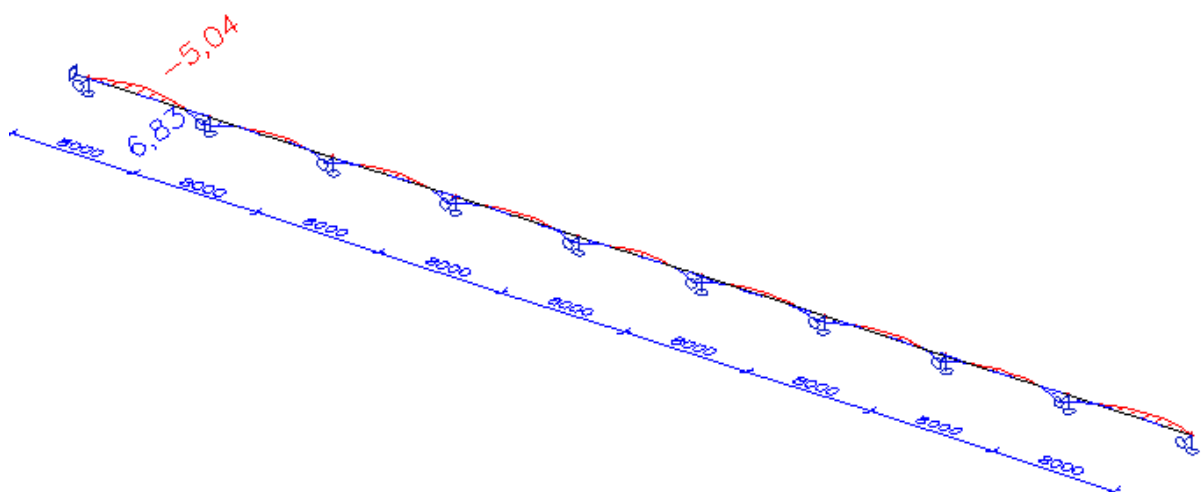
Buckling parameters	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	73,7	146,2	
Reduced slenderness	0,96	1,91	
Buckling curve	c	c	
Imperfection	0,49	0,49	
Reduction factor	0,56	0,21	
Length	8	8	m
Buckling factor	1	0,5	
Buckling length	8	4	m
Critical Euler load	2033,76	516,86	kN

LTB		
LTB length	4	m
k	1	
kw	1	
C1	1,34	
C2	1,19	
C3	1,73	

STABILITY CHECK	
Buckling	$0,00 < 1$
Torsional-flexural buckling	$0,00 < 1$
LTB	$0,08 < 1$
Compression + Moment	$0,55 < 1$
Compression + LTB	$0,58 < 1$

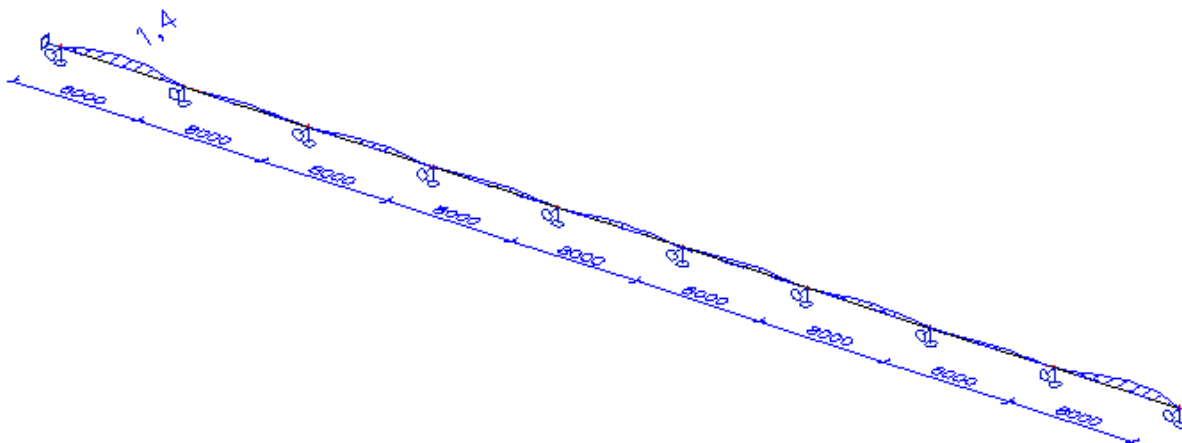


Slika 55: Momenti v smeri z (kNm)



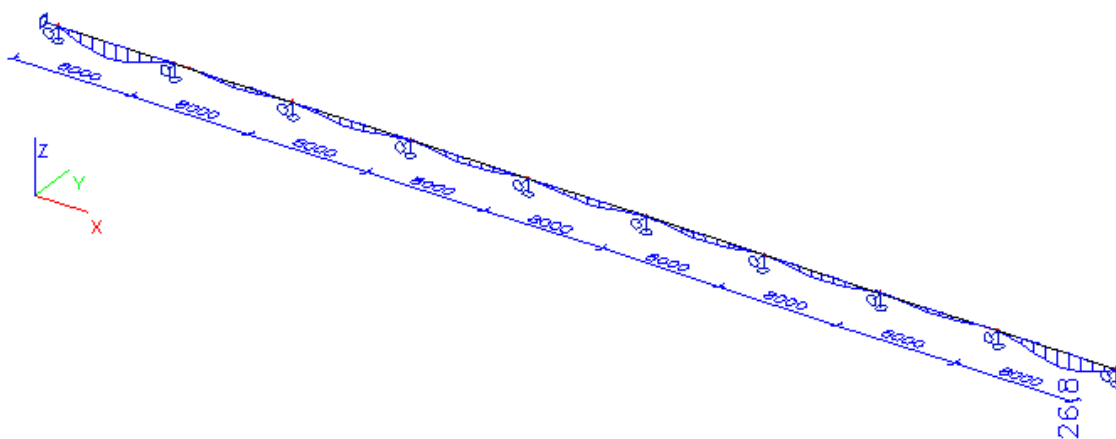
Slika 56: Momenti v smeri y (kNm)

- **Kontrola pomikov za mejno stanje uporabnosti:**



Slika 57: Pomiki v smeri z v mejnem stanju uporabnosti

— — — — —



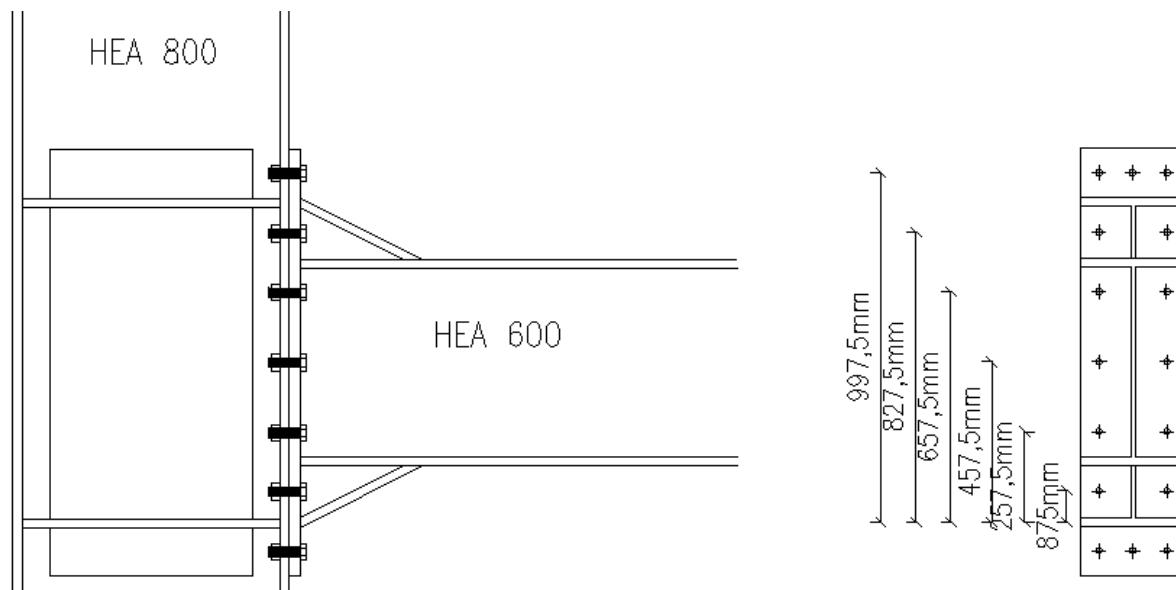
Slika 58: pomik v smeri y v mejnem stanju uporabnosti

— — — — —

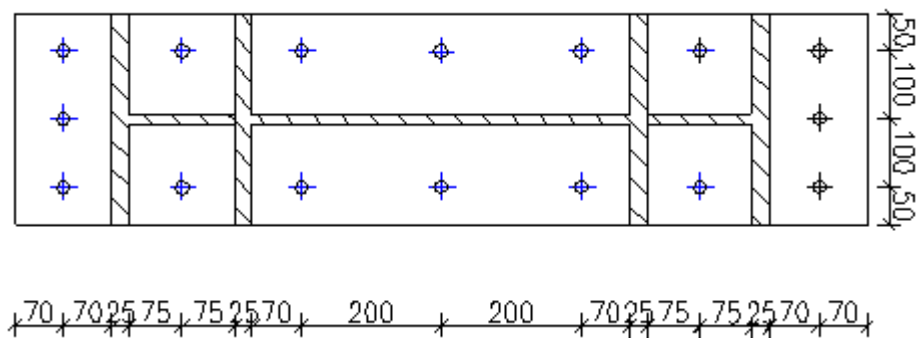
9 RAČUN ZNAČILNIH SPOJEV

9.1 Momentni spoj prečke HEA600 na krajni steber HEA800

Varovani spoj.



Slika 59: Momentni priključek prečke na steber



Slika 60: Razmaki med vijaki

Obremenitve:



Določitev najmanjše in največje dovoljene robne oddaljenosti ter najmanjši dovoljeni razmaki:

Izberem vijake: 16 x M27 10.9

Natezna sila, ki odpade na najbolj obremenjen vijak:



Strižno silo prevzamem s spodnjimi tremi vijaki:



- **Kontrola preboja pločevine**

Preveriti je potrebno preboj pločevine. Če pogoj ni izpolnjen, je potrebno dodati podložke ali povečati debelino čelne pločevine.

Izberem debelino čelne pločevine

- **Kontrola bočnih pritiskov**

- **Prečna ojačitev**

Predpostavim, da celotno obremenitev prevzame prečna ojačitev.

Stojina stebra v tlaku:

Določitev debeline prečne ojačitve

Kontrola nosilnosti prečne ojačitve:

Kontrola kompaktnosti prečne ojačitve:

Izberem debelino prečne ojačitve

Kontrola panela stebra med prečnimi ojačitvami:

- _____

Projektna mejna strižna napetost:

- pri

Sila, katero mora prevzeti stojina s prečno ojačitvijo:



Na stojino stebra s prečno ojačitvijo dodam dodatno pločevino debeline

- **Zvar med čelno pločevino in nosilcem**

Izberem polnopenetrirane zware.

- **Dodatne kontrole**

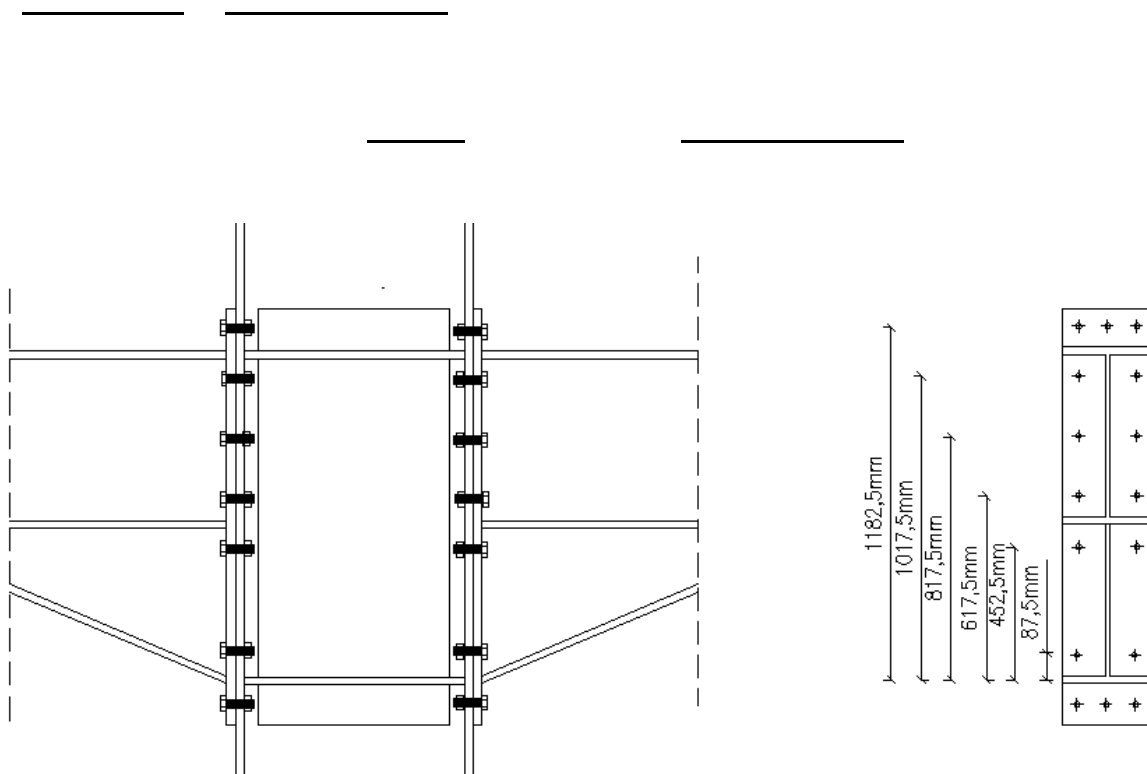
Podložne pločevine pod vijaki niso potrebne.

9.2 Momentni spoj prečke HEA600 na vmesni steber HEA800

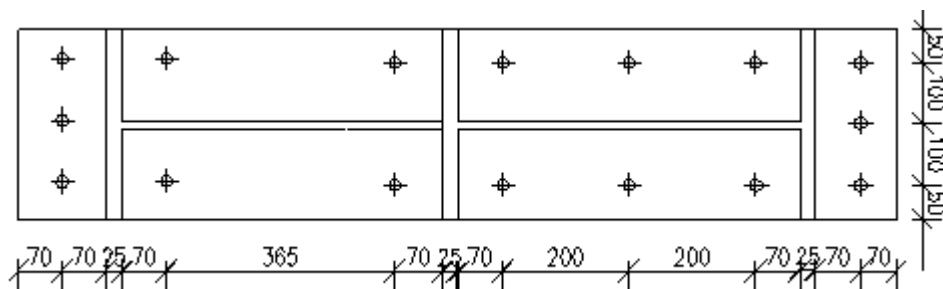
Varovani spoj.

Obremenitve:





Slika 61: Momentni priključek prečke z vuto na vmesni steber



Slika 62: Razmaki med vijaki

Natezna sila, ki odpade na najbolj obremenjen vijak:

Strižno silo prevzamem s spodnjimi tremi vijaki:

Izberem vijake M27 10.9

- **Kontrola preboja pločevine**

Preveriti je potrebno preboj pločevine. Če pogoj ni izpolnjen je potrebno dodati podložke ali povečati debelino čelne pločevine.

Izberem debelino čelne pločevine

- **Kontrola bočnih pritiskov**

- **Prečna ojačitev**

Predpostavim, da celotno obremenitev prevzame prečna ojačitev.

Stojina stebra v tlaku:

Določitev debeline prečne ojačitve

Kontrola nosilnosti prečne ojačitve:

Kontrola kompaktnosti prečne ojačitve:

Izberem debelino prečne ojačitve:

Kontrola panela stebra med prečnimi ojačitvami:

— —

Projektna mejna strižna napetost:

— —

- pri

— —

Sila, katero mora prevzeti stojina s prečno ojačitvijo:

— —

— —

Dodam pločevino na obe strani stojine, na vsako stran po .

- **Zvar med čelno pločevino in nosilcem**

Izberem polnopenetrirane zware.

- **Dodatne kontrole**

Podložne pločevine pod vijaki niso potrebne.

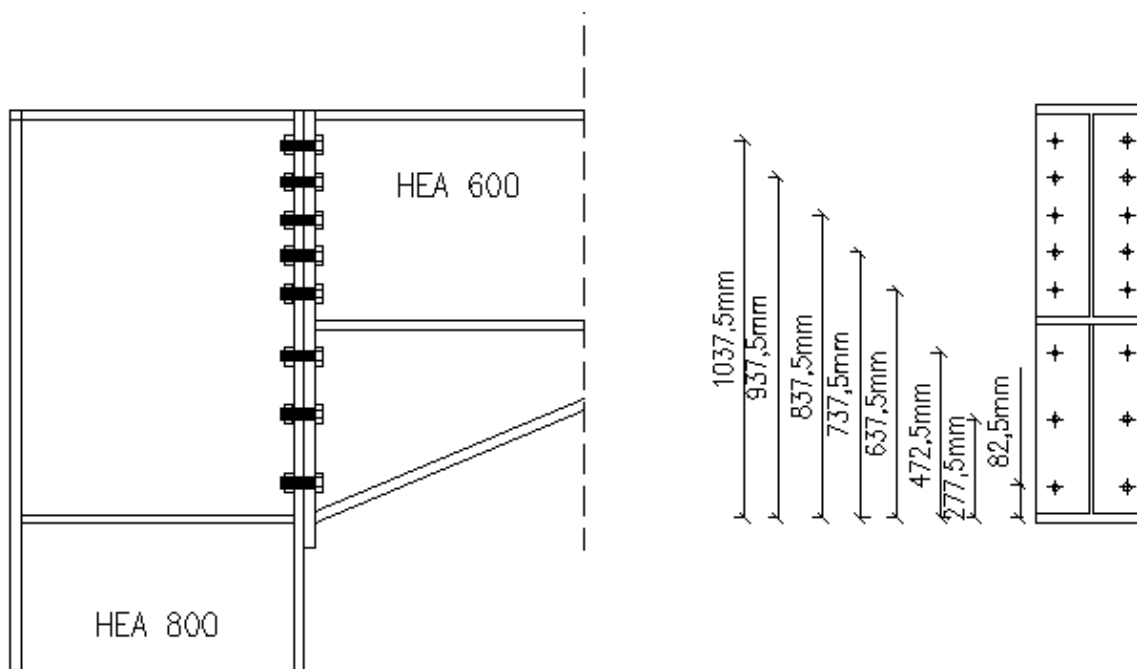
9.3 Momentni spoj prečke HEA600 na krajni steber HEA800 (zgornja etaža)

Spoj ni varovan.

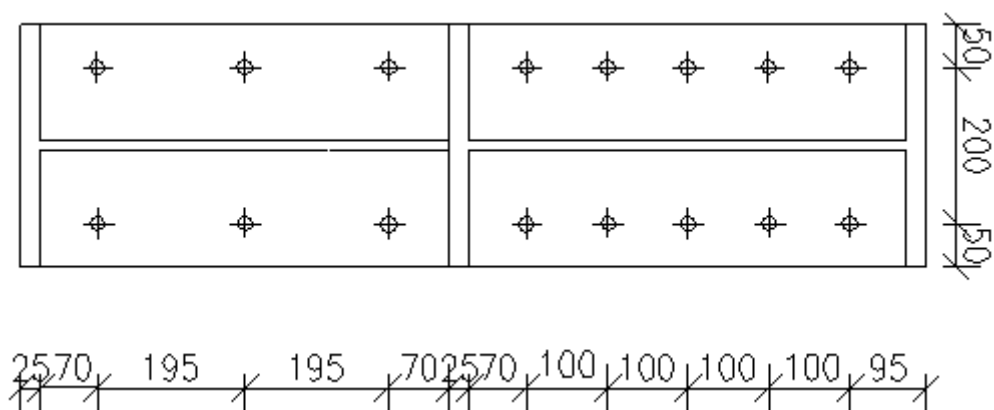
Obremenitve:

(glej sliko 14)

(glej sliko 15)



Slika 63: Momentni priključek prečke na steber v zgornji etaži



Slika 64: Razmaki med vijaki

Natezna sila, ki odpade na najbolj obremenjen vijak:

Strižna sila v vijaku:

Izberem vijake M24 10.9

- **Kontrola preboja pločevine**

Preveriti je potrebno preboj pločevine. Če pogoj ni izpolnjen je potrebno dodati podložke ali povečati debelino čelne pločevine.

Izberem debelino čelne pločevine

- **Kontrola bočnih pritiskov**

- **Prečna ojačitev**

Predpostavim, da celotno obremenitev prevzame prečna ojačitev.

Stojina stebra v tlaku:

—

Določitev debeline prečne ojačitve

Kontrola nosilnosti prečne ojačitve:

Kontrola kompaktnosti prečne ojačitve:

Izberem debelino prečne ojačitve:

Kontrola panela stebra med prečnimi ojačitvami:

- _____

Projektna mejna strižna napetost:

- pri

Sila, ki jo mora prevzeti stojina:

Ni potrebno dodati pločevine.

- **Zvar med čelno pločevino in nosilcem**

Izberem polnopenetrirane zware.

- **Dodatne kontrole**

Podložne pločevine pod vijaki niso potrebne.

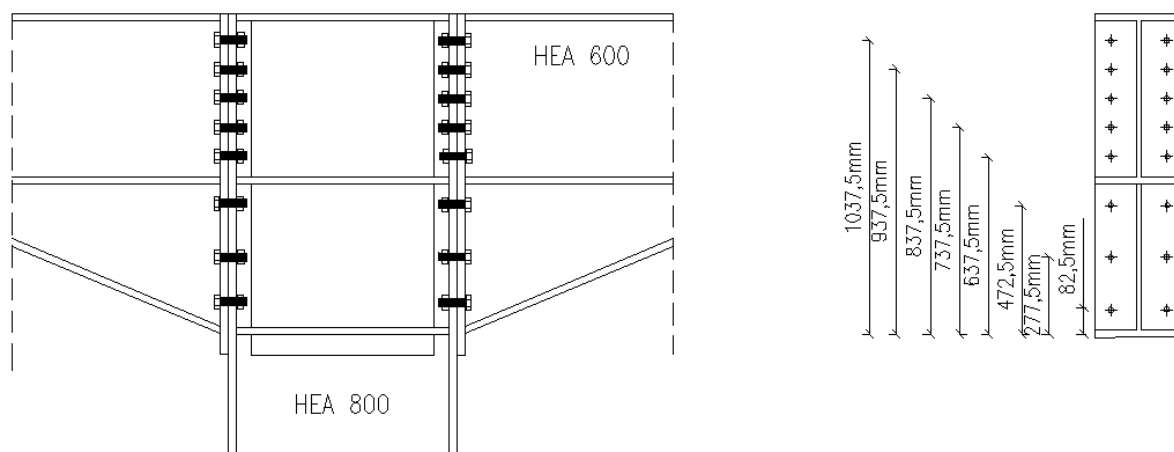
9.4 Momentni spoj prečke HEA600 na vmesni steber HEA800 (zgornja etaža)

Spoj ni varovan.

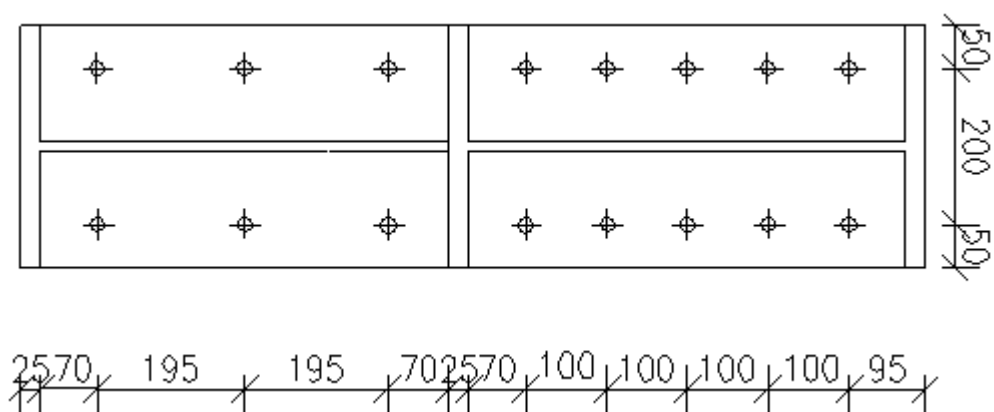
Obremenitve:

(glej sliko 14)

(glej sliko 15)



Slika 65: Momentni spoj prečke z vuto na steber v zgornji etaži



Slika 66: Razmaki med vijaki

Natezna sila, ki odpade na najbolj obremenjen vijak:

Strižna sila v vijaku:

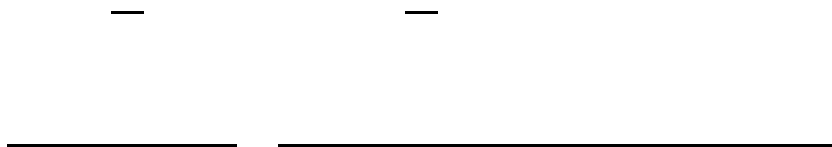
Izberem vijake M27 10.9

- **Kontrola preboja pločevine**

Preveriti je potrebno preboj pločevine. Če pogoj ni izpolnjen je potrebno dodati podložke ali povečati debelino čelne pločevine.

Izberem debelino čelne pločevine

- **Kontrola bočnih pritiskov**

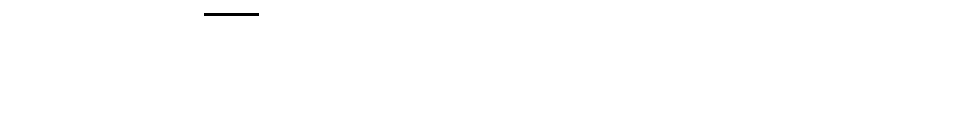


- **Prečna ojačitev**

Predpostavim, da celotno obremenitev prevzame prečna ojačitev.

Vmes dodam še eno ojačitev.

Stojina stebra v tlaku:



Določitev debeline prečne ojačitve

Kontrola nosilnosti prečne ojačitve:



Kontrola kompaktnosti prečne ojačitve:



Izberem debelino prečne ojačitve:

Kontrola panela stebra med prečnimi ojačitvami:

— ————

Projektna mejna strižna napetost:

————— = ————— =

- pri

— = ————— =

Sila, ki jo mora prevzeti stojina:

————— —————

Ni potrebno dodati pločevine.

- **Zvar med čelno pločevino in nosilcem**

Izberem polnopenetrirane zware.

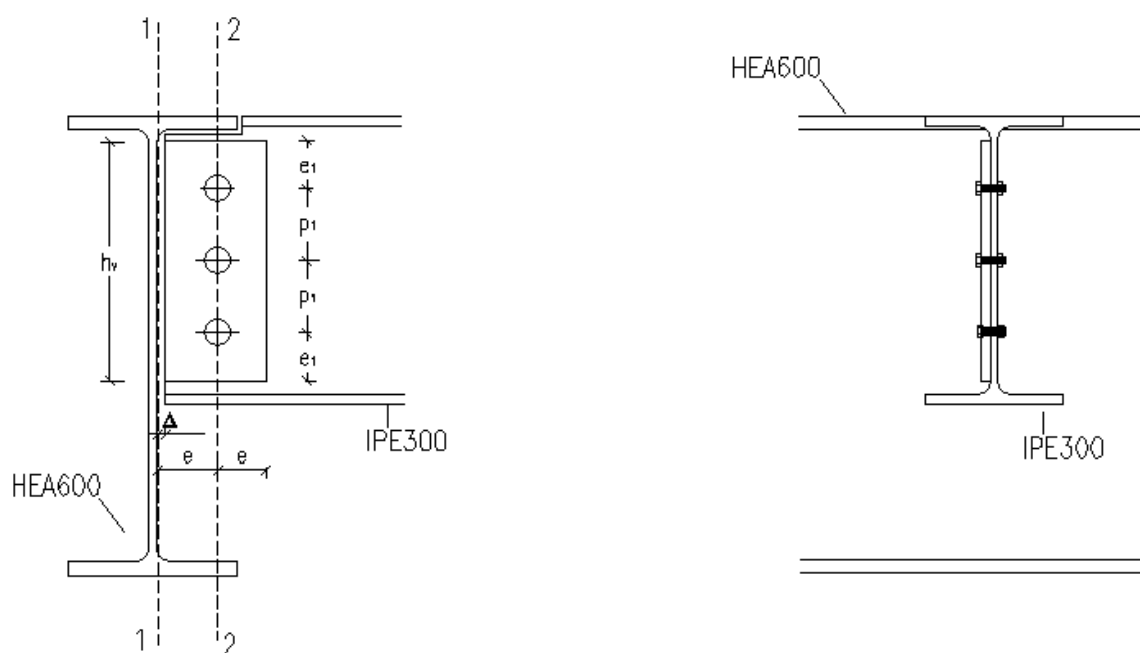
- **Dodatne kontrole**

Podložne pločevine pod vijaki niso potrebne.

9.5 Členkasti spoj sekundarni nosilec IPE400 na prečko HEA600

Obremenitev v spoju:

Izberem vijake M22 8.8



Slika 67: Skica sovprežnega nosilca na primarnega nosilca

9.5.1 Dimenzioniranje spoja

- Določitev dimenzij

- Ravnina 1-1



Slika 68: Shematski prikaz ravnine 1-1

Izberem debelino vezne pločevine:

Merodajna je stojina profila IPE 300.



Kontrola striga:

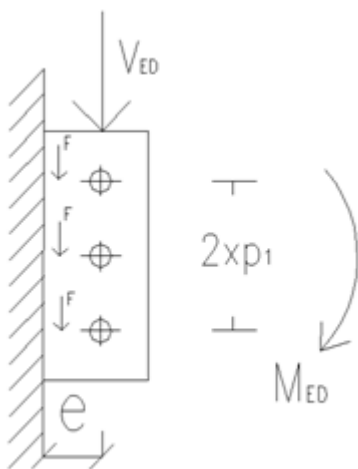


→ ni interakcije

Določitev zvarov:

Izberem polnonosilne kotne zware med vezno pločevino in stebrom.

• **Ravnina 2-2**

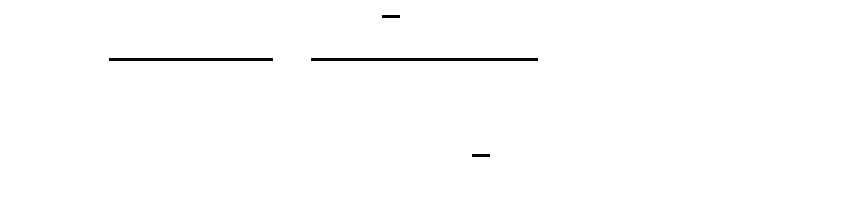


Slika 69: Shematski prikaz ravnine 2-2

Maksimalna strižna obremenitev enega vijaka:

Kontrola bočnih pritiskov:

- **Kontrola iztrga vijakov (BLOCK SHEAR)**



...neto prerez območja pločevine v nategu

...neto prerez območja pločevine v strigu

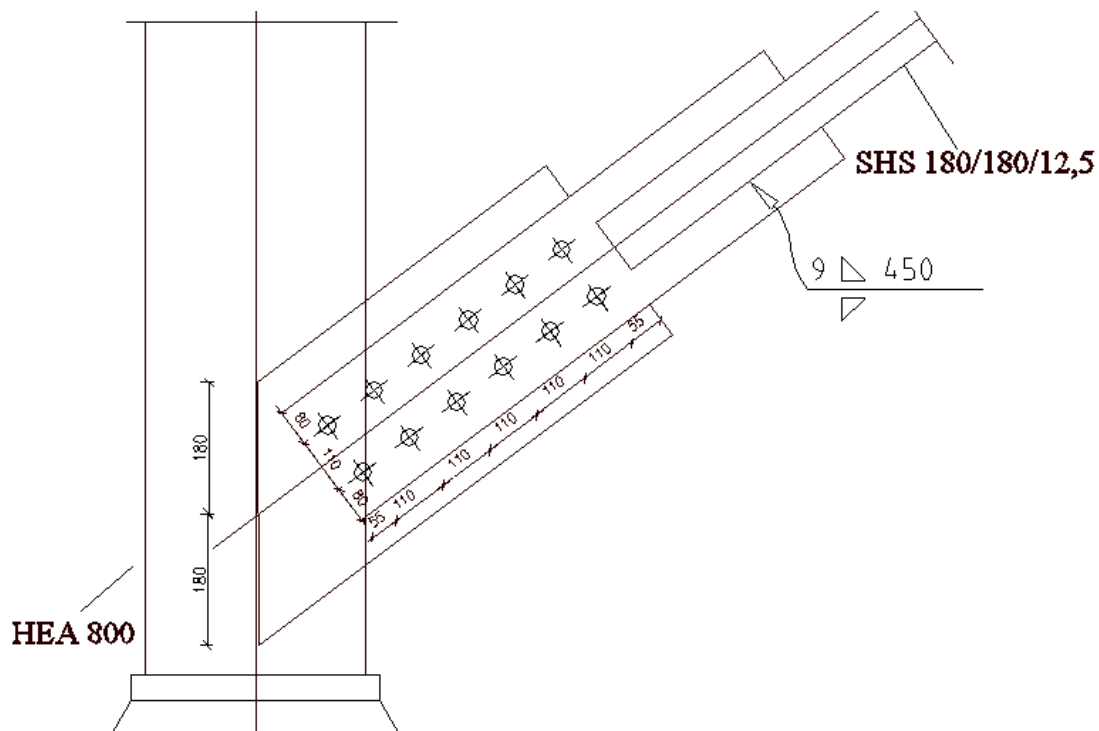
9.6 Diagonala na steber HEA 800

Spoj je varovan.

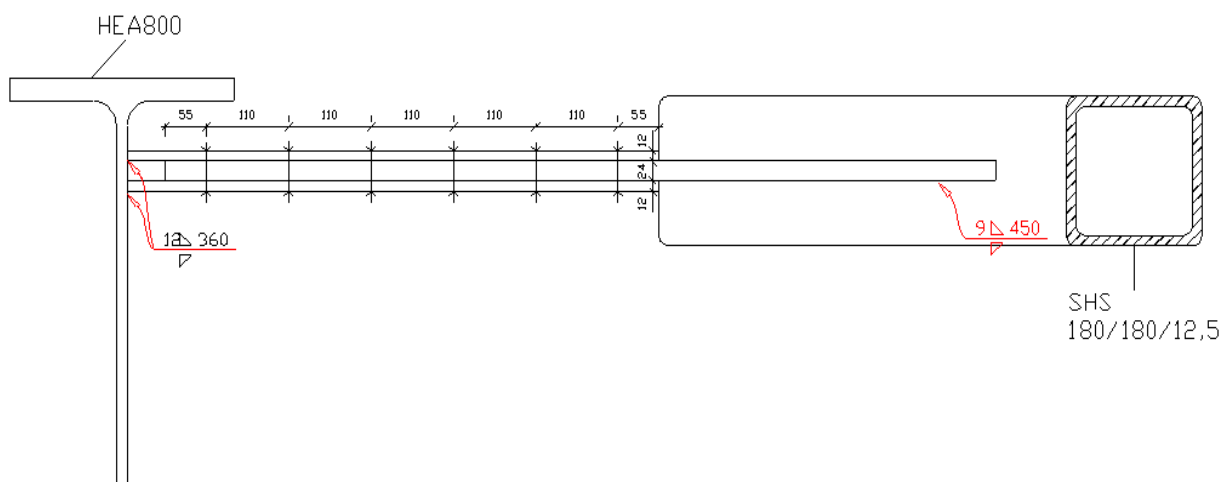
Po določilih 6.5.5 (4); SIST EN 1998-1 je potrebno izbrati spoj s torno nosilnostjo v mejnem stanju nosilnosti.

Obremenitev v elementu, za kvadratno cev 180/180/12,5mm





Slika 70: Skica diagonale na steber HEA 800



Slika 71: Tloris spoja diagonale na steber HEA800

Izberem vijake 12xM33 10.9

Določitev najmanjše in največje dovoljene robne oddaljenosti ter najmanjši dovoljeni razmaki:

Kontrola torne nosilnosti vijakov:

Upoštevam dve torni ravnini in razred površine A s koeficientom trenja



Kontrola preboja pločevine:



Kontrola neto in bruto prereza vezne pločevine:

Širina vezne pločevine:

Dolžina vezne pločevine:

Osnovni prerez:



Neto prerez:



Izberem debelino vezne pločevine .

Priključna pločevina

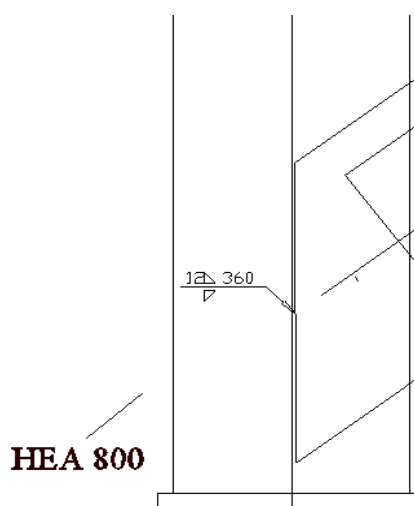
Zvar med diagonalo in vezno pločevino:

Izberem =9mm



Izberem dolžino zvara:

Zvar vezne pločevine na stojino stebra:



Slika 72: Shematski prikaz zvara med vezno pločevino in stojino stebra

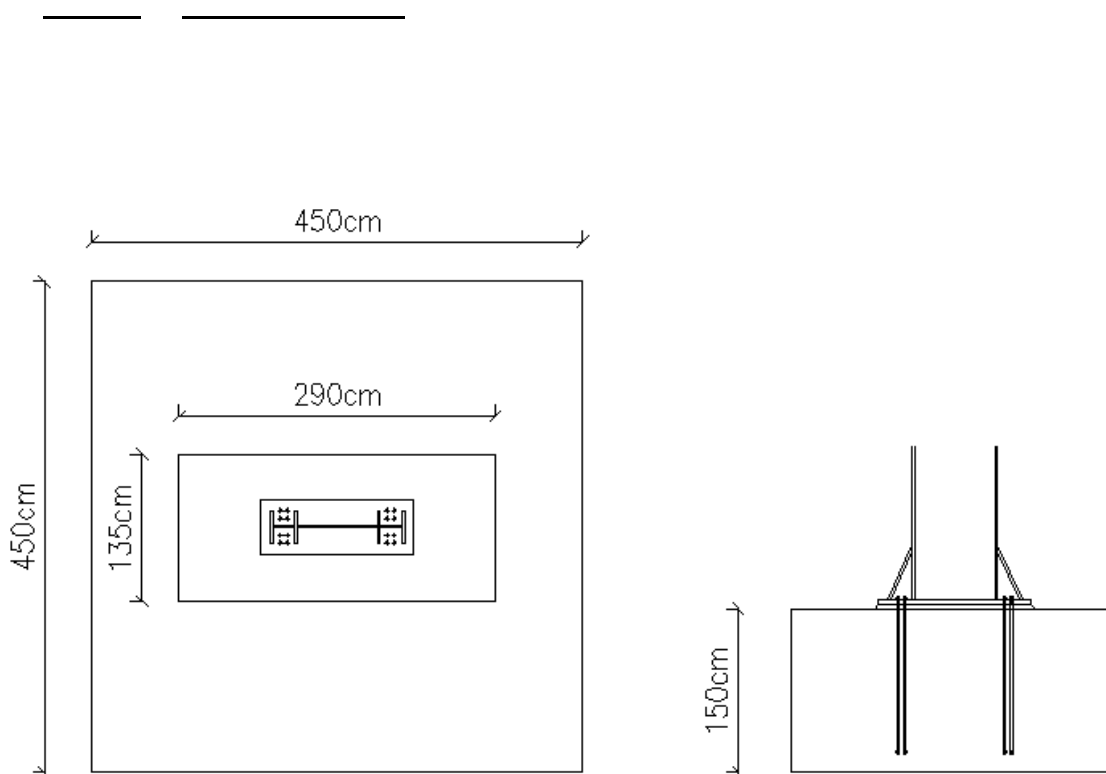
Izberem $a = 12\text{mm}$

Izberem dolžino zvara:

Kontrola zvara:

9.7 Momentni priključek stebra HEA800 na točkovni temelj

Obremenitev:



Slika 73: Momentni priključek stebra na temelj

Izberem debelino podložne pločevine

Izberem debelino betonskega podlitja

Kvaliteta materiala betonskega podlitja je C40/50.

Obremenjena površina:

Največja projektna površina raznosa obremenitve:

Nosilnost betonskega podlitja:

_____ - _____

Če je nosilnost podlitja večja ali enaka _____ in debelina podlitja manjša od _____ velja, da je koeficient vozlišča ob priključku:

—

Račun sodelujoče površine podlitja pri nosilnosti:

Geometrijska kontrola za c:

Račun projektne tlačne nosilnosti:

Račun projektne natezne nosilnosti vijakov:

Ležiščna pločevina ima ustrezno upogibno nosilnost. Kvaliteta materiala betonskega podlitja in debelina betonskega podlitja ustrezata.

Kontrola prestriga:

10 ZAKLJUČEK

V okviru diplomskega dela sem izvedla računsko analizo in dimenzioniranje štirietažne parkirne hiše. Nosilnost v prečni smeri zagotavljajo momentni okvirji z razponi med stebri 16 metrov. V vzdolžni smeri so momentni okvirji v rastru 8. metrov povezani s centričnem povezjem. Obtežbe so obravnavane po evrokodih. Obremenitve statičnih sistemov so določene s pomočjo računalniškega programa SCIA ESA PT 2006.

Celotna teža štirietažne parkirne hiše vključno s sovprežno nosilno konstrukcijo znaša 1044,95 t. Teža jeklene konstrukcije je 755.569 kg oziroma 65,58 kg/m² tlorisne površine ene etaže. Čepi, vijaki in čelne pločevine pri teži jeklene konstrukcije so upoštevani s faktorjem 1,25. Teža sovprežne plošče s trapezno pločevino je 289382,4 kg, kar pomeni da znaša teža ene etaže 72345,6 kg.

Določene so vse obtežbe, koristna, veter, sneg in potres, ki delujejo na parkirno hišo. Celotna obtežba vetra, ki deluje na konstrukcijo je manjša od potresnih sil. Zato veter ni merodajen. Analiza povezij in prečnih okvirjev je izvedena po elastični teoriji II. reda z upoštevanimi začetnimi nepopolnosti. Na koncu so izvedeni računi značilnih spojev ter zrisani pozicijski načrti.

VIRI

SIST EN 1990: Evrokod: Osnove projektiranja konstrukcij(istoveten EN 1990:2000), september 2004

SIST EN 1991: Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije – 1-1 del: Splošni vplivi – Prostorninske teže, lastna teža, koristne obtežbe stavb, september 2004

SIST EN 1991: Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije – 1-1 del: splošni vplivi – Prostorninske teže, lastna teža, koristne obtežbe stavb – Nacionalni dodatek, september 2004/A101

SIST EN 1991: Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije – 1-3 del: Splošni vplivi – Obtežba snega, september 2004

SIST EN 1991: Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije – 1-3 del: Splošni vplivi – Obtežba snega – Nacionalni dodatek, september 2004/A101

SIST EN 1991: Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije – 1-4 del: Splošni vplivi – Vplivi vetra, oktober 2005

SIST EN 1991: Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije – 1-4 del: Splošni vplivi – Vplivi vetra – Nacionalni dodatek, oktober 2005/A101

SIST EN 1993: Evrokod 3: Projektiranje jeklenih konstrukcij - 1-1 del: Splošna pravila in pravila za stavbe, oktober 2005

SIST EN 1993: Evrokod 3: Projektiranje jeklenih konstrukcij - 1-8 del: Projektiranje spojev, oktober 2005

SIST EN 1994: Evrokod 4: Projektiranje sovprežnih konstrukcij iz jekla in betona – 1-1 del: Splošna pravila in pravila za stavbe, maj 2005

SIST EN 1998: Evrokod 8: Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij – 1. Del: Splošna pravila, potresni vplivi in pravila za stavbe, maj 2005

Beg, D. 1999. Projektiranje jeklenih konstrukcij po evropskem predstandardu ENV 1993-1-1.
Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 219 str.

Katedra za metalne konstrukcije: Nova profilirana pločevina za sovprežne stropove, Razvojno
raziskovalna naloga

Corus Grup, 2004,

http://www.corusconstruction.com/file_source/StaticFiles/Construction/Library/Steel%20Framed%20Car%20Parks%20PDF.pdf

SPECIFIKACIJA MATERIALA

POZICIJA	vrsta	kos	material	Dolžina [mm]	kg/m	Skupna teža [kg]
1	HEA 800	30	S355	15200	224	102144
2	HEA 600	80	S355	16000	178	227840
3	HEA 600	108	S355	8000	178	153792
4	IPE 300	192	S355	8000	42,2	64819,2
5	kv. cev 180x180x12,5	12	S355	8732	64,5	6758,6
6	kv. cev 160x160x12,5	12	S355	8732	56,6	5930,8
7	kv. cev 150x150x12,5	12	S355	8732	52,7	5522,1
8	kv. cev 100x100x10	12	S355	8732	27,4	2871,1
9	U280	64	S355	4000	41,8	10700,8
10	U280	72	S355	8000	41,8	24076,8
					Skupaj [kg]:	604.455