

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Janova 2, p.p. 3422
1115 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



**VISOKOŠOLSKI STROKOVNI
ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA
KONSTRUKCIJSKA SMER**

Kandidat:

GREGOR POLAJNAR

Projektiranje večetažnega poslovnega objekta

Diplomska naloga št.: **443/KS**

Design of multi - storey office building

Graduation thesis No.: **443/KS**

Mentor :
prof. dr. Jože Korelc

Predsednik komisije :
doc. dr. Tomo Cerovšek

Somentor:
asist. dr. Peter Skuber

Ljubljana, 2011

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **Gregor Polajnar** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
PROJEKTIRANJE VEČNADSTROPNEGA POSLOVNEGA OBJEKTA.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam da dovoljujem objave elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, 16. 11. 2011.

(podpis kandidata)

IZJAVE O PREGLEDU NALOGE

Nalogo so si ogledali naslednji visokošolski učitelji Konstrukcijske smeri:

BIBLIOGRAFSKODOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 264.01 (043.2)

Avtor: Gregor Polajnar

Mentor: prof. dr. Jože Korelc

Somentor: asist. dr. Peter Skuber

Naslov: Projektiranje večetažnega poslovnega objekta

Obseg in oprema: 150 str., 1.- graf., 31. sl., 86. pregl., 3. pril.

Ključne besede: projektiranje jeklenega večetažnega poslovnega objekta, globalna analiza jeklene konstrukcije, medetažni sovprežna konstrukcija, dimenzioniranje točkovnih temeljev, fasadna podkonstrukcija

Izveček:

Izdelan je statični izračun nosilne konstrukcije štiri etažnega poslovnega objekta v jekleni izvedbi. Poudarek naloge je na določitvi obtežb, na globalni statični in dinamični analizi in na dimenzioniranju po pravilih načrtovane nosilnosti. Medetažno konstrukcijo predstavlja sovprežni strop. Določena je strešna in fasadna podkonstrukcija in preverjena je nosilnost točkovnih temeljev. Na osnovi statičnega računa so izdelani dispozicijski načrti.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION PREVOD

- UDK:** 264.01 (043.2)
- Avtor:** Gregor Polajnar
- Mentor:** prof. Jože Korelc Ph. D.
- Co-mentor:** assist. prof. Peter Skuber Ph. D.
- Naslov:** Static calculation of multistory comercial building
- Volume and equipment:** 150. p., 1. graph., 31. fig., 86. tab., 3 ann.
- Key words:** steel structure, compozite plate, global analisis of multistory comercial building

Abstract:

Design od four storey office building is made, where the steel frames are used for the main structure. The task was to define the static loads and to perform the global static and dynamic analysis with the emphasis to design the structure according to the capacity design rules whitch are obligatory for buildings in the seismic regions. Floors are made with the composite slabs. The roof and the facade construction is design additional and foundation resistance chech is made. According to the static calculation results the drawing od the main structure are made.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju prof. dr. Jožetu Korelcu ter somentorju asist. dr. Petru Skuberju za pomoč, izjemno potrpežljivost ter svetovanju pri nastajanju diplomske naloge.

Posebna zahvala gre pokojni materi za neizmerno spodbujanje, podporo in pomoč med šolskimi in študijskimi leti.

VSEBINA

1.0	UVOD	- 1 -
2.0	TEHNIČNO POROČILO	- 2 -
2.1	OPIS KONSTRUKCIJE	- 2 -
2.2	UPORABLJENI MATERIALI	- 2 -
2.3	ARHITEKTURNA ZASNOVA OBJEKTA	- 3 -
2.4	NUMERIČNI MODEL KONSTRUKCIJE ZA GLOBALNO ANALIZO	- 5 -
2.5	ANALIZA NOTRANJIH SIL	- 7 -
2.6	DINAMIČNA ANALIZA	- 7 -
2.7	MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA	- 7 -
2.8	ZAVETROVANJE	- 7 -
2.9	FASADA	- 7 -
2.10	TEMELJI	- 8 -
2.11	IZDELAVA IN MONTAŽA JEKLENE KONSTRUKCIJE	- 8 -
2.12	PROTIKOROZIJSKA ZAŠČITA	- 8 -
3.0	OBTEŽBE	- 9 -
3.1	OBTEŽBE V OBJEKTU	- 9 -
3.1.1	<i>Stalna obtežba</i>	- 9 -
3.1.2	<i>Koristna obtežba</i>	- 10 -
3.2	OBTEŽBE IZVEN OBJEKTA	- 11 -
3.2.1	<i>Obtežba snega</i>	- 11 -
3.2.1.1	Oblikovni koeficient obtežbe snega	- 11 -
3.2.1.2	Koeficient izpostavljenosti	- 11 -
3.2.1.3	Toplotni koeficient	- 11 -
3.2.1.4	Karakteristična obtežba snega na tleh	- 12 -
3.2.1.5	Obtežba snega na okvirje	- 13 -
3.2.1.6	Obtežba snega na strešne prečke	- 15 -
3.2.2	<i>Obtežba vetra</i>	- 16 -
3.2.2.1	Osnovna hitrost vetra	- 18 -
3.2.2.1.1	Faktor letnega časa	- 18 -
3.2.2.1.2	Smerni faktor	- 18 -
3.2.2.1.3	Temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra	- 19 -
3.2.2.2	Tlak ki nastane ob sunku vetra	- 19 -
3.2.2.2.1	Faktor izpostavljenosti	- 19 -

3.2.2.2	Osnovni tlak vetra.....	- 20 -
3.2.2.2.1	Gostota zraka	- 20 -
3.2.2.3	Zunanji zračni tlak	- 20 -
3.2.2.3.1	Koeficienti zunanjega tlaka na navpične stene.....	- 21 -
3.2.2.3.1.1	Koeficienti zunanjega tlaka na navpične stene v smeri x.....	- 22 -
3.2.2.3.1.1.1	Koeficient zunanjega tlaka za stene v A,B in C coni	- 22 -
3.2.2.3.1.1.2	Koeficient zunanjega tlaka za cone v privetni steni D in zavetrni steni E	- 23 -
3.2.2.3.1.2	Koeficienti zunanjega tlaka vetra na navpične stene v smeri y.....	- 24 -
3.2.2.3.1.2	Koeficient zunanjega tlaka za stene v A,B in C coni	- 24 -
3.2.2.3.1.2.2	Koeficient zunanjega tlaka za privetno steno v coni D in zavetrno steno E.....	- 25 -
3.2.2.3.2	Določitev tipa porazdelitev zunanjega tlaka vetra na navpične stene.....	- 26 -
3.2.2.3.2.1	Porazdelitev zunanjega tlaka vetra na navpične stene v smeri x	- 26 -
3.2.2.3.2.2	Porazdelitev zunanjega tlaka vetra na navpične stene v smeri y	- 27 -
3.2.2.4	Notranji zračni tlak	- 27 -
3.2.2.4.1	Koeficient notranjega zračnega tlaka	- 28 -
3.2.2.5	Izračun zračnih tlakov.....	- 28 -
3.2.2.5.1	Izračun zunanjih vetrnih tlakov.....	- 28 -
3.2.2.5.2	Izračun notranjih zračnih tlakov.....	- 28 -
3.2.2.5.3	Kombinacija notranjih in zunanjih tlakov vetra za navpične stene	- 29 -
3.2.2.5.3.1	Kombinacija notranjih in zunanjih tlakov vetra v smeri x	- 29 -
3.2.2.5.3.2	Kombinacija notranjih in zunanjih tlakov vetra v smeri y	- 30 -
3.2.2.5.4	Obtežbe vetrnih tlakov na vertikalne stene oziroma stebre	- 32 -
3.2.2.5.4.1	Obtežbe vetrnih tlakov na vertikalne stene oziroma stebre v smeri x	- 32 -
3.2.2.5.4.2	Obtežbe vetrnih tlakov na vertikalne stene oziroma stebre v smeri y	- 33 -
3.2.2.5.5	Razporeditev con za obtežbe vetra na povezje in zatege na strehi	- 34 -
3.2.2.5.5.1	Obtežbe tlakov vetra v smeri x in y za dimenzioniranje povezja	- 36 -
3.2.2.5.5.2	Obtežbe tlakov vetra za dimenzioniranje zateg na strehi	- 37 -
3.2.2.5.6	Vetni tlaki na strehi.....	- 38 -
3.2.2.5.6.1	Analiza vetra na strehi v smeri x.....	- 39 -
3.2.2.5.6.1.1	Razdelitev obeh strešin na cone in določitev njihovih dimenzij	- 41 -
3.2.2.5.6.1.2	Določitev zunanjih koeficientov in zunanje obtežbe vetra v conah.....	- 42 -
3.2.2.5.6.1.3	Določitev prereznih ravnin	- 44 -
3.2.2.5.6.1.4	Upoštevanje napušča v conah	- 45 -
3.2.2.5.6.1.5	Upoštevanje napušča v coni ena	- 46 -
3.2.2.5.6.1.6	Upoštevanje napušča v coni dve.....	- 47 -
3.2.2.5.6.1.7	Upoštevanje napušča v coni tri.....	- 48 -
3.2.2.5.6.1.8	Konstruiranje linijske obtežbe za potrebe dimenzioniranja strešnih prečk	- 48 -
3.2.2.5.6.1.9	Vpliv tlaka vetra na okvirje z cetričnimi V povezji	- 50 -
3.2.2.5.6.2	Analiza vetra na strehi v smeri y.....	- 51 -
3.2.2.5.6.2.1	Razdelitev obeh strešin na cone in določitev njihovih dimenzij	- 53 -
3.2.2.5.6.2.2	Določitev zunanjih koeficientov in zunanje obtežbe vetra v conah.....	- 54 -

3.2.2.5.6.2.3	Določitev prereznih ravnin	- 56 -
3.2.2.5.6.2.4	Upoštevanje napuščev	- 57 -
3.2.2.5.6.2.5	Napušč v coni ena	- 58 -
3.2.2.5.6.2.6	Upoštevanje napušča v coni 2 in 3	- 59 -
3.2.2.5.6.2.7	Konstruiranje linijske obtežbe za potrebe dimenzioniranja strešni prečk	- 61 -
3.2.2.5.6.2.8	Vpliv tlaka na okvirje z cetričnimi v povezji	- 62 -
3.3	POTRESNA OBTEŽBA	- 63 -
3.3.1	<i>Izbira tal</i>	- 63 -
3.3.2	<i>Osnovni nihajni čas stavbe T1</i>	- 63 -
3.3.3	<i>Faktor obnašanja konstrukcije</i>	- 63 -
3.3.4	<i>Projektni pospešek</i>	- 64 -
3.3.5	<i>Projektni spekter za elastično teorijo</i>	- 64 -
3.3.6	<i>Obtežbe</i>	- 65 -
3.3.7	<i>Račun prečne sile</i>	- 71 -
3.3.8	<i>Vodoravne potresne sile</i>	- 71 -
3.3.8.1	Razporeditev vodoravnih potresnih sil v smeri x	- 72 -
3.3.8.2	Razporeditev vodoravnih potresnih sil v smeri y	- 72 -
4.0	KOMBINACIJE	- 73 -
4.1	MEJNO STANJE NOSILNOSTI	- 74 -
4.2	MEJNO STANJE UPORABNOSTI	- 75 -
4.3.	POTRESNE PROJEKTNE KOMBINACIJE	- 76 -
5.0	GLOBALNA ANALIZA	- 78 -
5.1	UPOŠTEVANJE GEOMETRIJSKE NEPOPOLNOSTI	- 78 -
5.2	STATIČNA GLOBALNA ANALIZA ZA OKVIRJE	- 79 -
5.2.1	<i>Zunanji pomični okvir z centričnimi V povezji</i>	<i>- 80 -</i>
5.2.1.1	Konstrukcijski elementi zunanjega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji	- 80 -
5.2.1.2	Pomiki zunanjega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji	- 81 -
5.2.1.2.1	Horizontalni pomiki	- 81 -
5.2.1.2.2	Vertikalni pomiki	- 83 -
5.2.2	<i>Notranji pomični okvir z centričnimi V povezji</i>	<i>- 84 -</i>
5.2.2.1	Konstrukcijski elementi notranjega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji	- 84 -
5.2.2.2	Pomiki notranjega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji	- 85 -
5.2.2.2.1	Horizontalni pomiki	- 85 -
5.2.2.2.2	Vertikalni pomiki	- 86 -
5.2.3	<i>Povezni pomični okvir z centričnimi V povezji</i>	<i>- 87 -</i>
5.2.3.1	Konstrukcijski elementi poveznega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji	- 87 -

5.2.3.2	Pomiki poveznega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji.....	- 88 -
5.2.3.2.1	Horizontalni pomiki	- 88 -
5.2.4	<i>Dimenzioniranje zavetrovanja v ravnini strehe</i>	- 89 -
5.2.5	<i>Dimenzioniranje strešnih prečk</i>	- 89 -
5.2.6	<i>Prečke med okvirji z centričnimi V povezji v vzdolžni smeri objekta</i>	- 90 -
5.3	DINAMIČNA ANALIZA	- 91 -
5.3.1	<i>Vpliv naključne torzije</i>	- 92 -
5.3.2	<i>Zunanji pomični okvir z centričnimi V povezji</i>	- 93 -
5.3.2.1	Konstrukcijski elementi zunanjega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji	- 93 -
5.3.2.2	Pomiki zunanjega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji	- 94 -
5.3.2.2.1	Horizontalni pomiki	- 94 -
5.3.3	<i>Notranji pomični okvir z centričnimi V povezji</i>	- 96 -
5.3.3.1	Konstrukcijski elementi notranjega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji	- 96 -
5.3.3.2	Pomiki notranjega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji	- 97 -
5.3.3.2.1	Horizontalni pomiki	- 97 -
5.3.4	<i>Povezni pomični okvir z centričnimi V povezji</i>	- 98 -
5.3.4.1	Konstrukcijski elementi pomičnega povezenga okvirja z centričnimi V povezji	- 98 -
5.3.4.2	Pomiki pomičnega poveznega okvirja z centričnimi V povezji.....	- 99 -
5.3.4.2.1	Horizontalni pomiki	- 99 -
5.4	POSEBNA PRAVILA ZA JEKLENE KONSTRUKCIJE	- 100 -
5.4.1	<i>Načrtovanje nosilnosti</i>	- 100 -
5.4.1.1	Relativna vitkost in faktor dodatne nosilnosti.....	- 100 -
5.4.1.1.1	Zunanji okvir z centričnimi V povezji	- 101 -
5.4.1.1.2	Notranji okvir z centričnimi V povezji	- 102 -
5.4.1.1.3	Povezni okvir z centričnimi V povezji	- 103 -
5.4.1.2	Kontrola stebrov in prečk	- 104 -
5.4.1.2.1	Kontrola stebrov	- 104 -
5.4.1.2.1.1	Kontrola stebrov pomičnega zunanjega okvirja z centričnimi V povezji.....	- 104 -
5.4.1.2.1.2	Kontrola stebrov pomičnega notranjega okvirja z centričnim V povezjem	- 104 -
5.4.1.2.1.3	Kontrola stebrov centričnega V povezja	- 105 -
5.4.1.2.2	Kontrola prečk	- 105 -
5.4.1.2.2.1	Kontrola prečk pomičnega zunanjega okvirja z centričnim V povezjem	- 105 -
5.4.1.2.2.2	Kontrola prečk pomičnega notranjega okvirja z centričnim V povezjem	- 106 -
5.4.1.2.2.3	Kontrola prečk centričnega V povezja	- 106 -
5.4.1.3	Dodatne kontrole za prečke	- 107 -
5.4.1.4	Kontrola kompaktnosti prerezov.....	- 108 -
5.4.1.4.1	Kontrola razvrščanja prerezov po kompaktnosti v diagonalah.....	- 109 -
5.4.1.5	Kontrola vodoravnih projekcij prečnih prerezov diagonal	- 110 -
5.5.	IZVLEČEK MATERIALA ZA OCENO TEŽE JEKLA	- 111 -

6.0 DIMENZIONIRANJE	- 113 -
6.1. MEDNADSTROPNA KONSTRUKCIJA	- 113 -
6.1.1. <i>Dimenzioniranje</i>	- 113 -
6.1.1.1. Podatki	- 113 -
6.1.1.2. Geometrija	- 113 -
6.1.1.3. Obtežba.....	- 114 -
6.1.1.4. Montažno stanje v fazi betoniranja	- 114 -
6.1.1.5. Končno stanje:	- 114 -
6.1.1.6. Potrebna armatura	- 116 -
6.2 DIMENZIONIRANJE FASADE	- 117 -
6.2.1 <i>Materiali</i>	- 117 -
6.2.2 <i>Geometrija</i>	- 117 -
6.2.3 <i>Obremenitve</i>	- 120 -
6.2.4 <i>Dimenzioniranje</i>	- 120 -
6.2.4.1 Dimenzioniranje fasadnih zateg	- 120 -
6.2.4.2 Dimenzioniranje fasadnih prečk v prečni smeri	- 123 -
6.2.4.3. Dimenzioniranje fasadnih prečk v vzdolžni smeri	- 124 -
6.2.5. <i>Naležne širine med fasadnimi prečkami in fasadnimi vertikalnimi paneli</i>	- 126 -
6.2 TEMELJI	- 128 -
6.2.1 <i>Povzetek končnih dimenzij temeljev</i>	- 129 -
6.2.2 <i>Dimenzioniranje temelja T1</i>	- 130 -
6.2.3 <i>Dimenzioniranje temelja T2</i>	- 133 -
6.2.4 <i>Dimenzioniranje temelja T3</i>	- 137 -
6.2.5 <i>Dimenzioniranje temelja T4</i>	- 141 -
7.0 ZAKLJUČEK	- 145 -

SLIKE

SLIKA 1: PROSTORSKI MODEL NOSILNE KONSTRUKCIJE OBJEKTA.....	- 3 -
SLIKA 2: ZASNOVA OKVIRJA Z CENTRIČNIMI V POVEZJI V PREČNI SMERI OBJEKTA.....	- 4 -
SLIKA 3: ZASNOVA OKVIRJA Z CENTRIČNIMI V POVEZJI V VZDOLŽNI SMERI OBJEKTA.	- 4 -
SLIKA 4: NUMERIČNI MODEL NOTRANJEGA IN ZUNANJEGA OKVIRJA Z CENTRIČNIMI V POVEZJI.....	- 5 -
SLIKA 5: NUMERIČNI MODEL OKVIRJA Z CENTRIČNIMI V POVEZJI.....	- 5 -
SLIKA 6: NUMERIČNI MODEL STREŠNE PREČKE.....	- 6 -
SLIKA 7: NUMERIČNI MODEL FASADNE PREČKE V VZDOLŽNI SMERI OBJEKTA.....	- 6 -
SLIKA 8: NUMERIČNI MODEL FASADNE PREČKE V PREČNI SMERI OBJEKTA.....	- 6 -
SLIKA 9: NUMERIČNI MODEL ZAVETROVANJA V RAVNINI STREHE.....	- 6 -
SLIKA 10: NAKOPIČEN IN NENAKOPIČEN SNEG NA STREŠINI.....	- 13 -
SLIKA 11: PRIKAZ KOMBINIRANIH VETRNIH TLAKOV IN NJIHOVIH VPLIVOV NA STEBRE V X SMERI OBRAVNAVANEGA OBJEKTA.....	- 32 -
SLIKA 12: PRIKAZ KOMBINIRANIH VETRNIH TLAKOV IN NJIHOVIH VPLIVOV NA STEBRE V SMERI Y OBRAVNAVANEGA OBJEKTA.....	- 33 -
SLIKA 13: CONE PREČNE STRANICE OBJEKTA.....	- 34 -
SLIKA 14: CONI TLAKA NA PREČNE STRANICE OBJEKTA ZA VETER V SMERI X	- 34 -
SLIKA 15: CONI TLAKA NA PREČNE STRANICE OBJEKTA ZA VETER V SMERI Y.	- 35 -
SLIKA 16: POZICIJA ZATEG IN SIL F.	- 37 -
SLIKA 17: PRIKAZ KOMBINACIJ STREŠIN.....	- 43 -
SLIKA 18: PREREZNE RAVNINE SKOZI VETERNE CONE.	- 44 -
SLIKA 19: RAZDELITEV STREHE NA CONE Z NAPUŠČI.	- 45 -

SLIKA 20: PRIKAZ PREREZNIH RAVNIN STREŠNIH IN STENSKIH CON V PREČNI SMERI STREHE.....	- 56 -
SLIKA 21: RAZDELITEV STREHE NA CONE Z NAPUŠČI.	- 57 -
SLIKA 22: NADOMESTEK GLOBALNE NEPOPOLNOSTI.....	- 78 -
SLIKA 23: PROFILI PRI ZAVETROVANJU V RAVNINI STREHE.....	- 89 -
SLIKA 24: DIMENZIJE RAZDALJ ZA IZRAČUN NAKLJUČNE TORZIJE.....	- 92 -
SLIKA 25: PRITRDITEV IN OBREMENITVE VERTIKALNIH FASADNIH PANELOV NA FASADNA PREČKA.	- 117 -
SLIKA 26: RAZPOREDITEV OKEN NA PREČNI STRANICI OBJEKTA.	- 118 -
SLIKA 27: RAZPOREDITEV OKEN, FASADNIH NOSILCEV IN ZATEG NA PREČNI STRANICI OBJEKTA.....	- 118 -
SLIKA 28: RAZPOREDITEV OKEN NA VZDOLŽNI STRANICI OBJEKTA.	- 119 -
SLIKA 29: RAZPOREDITEV OKEN, FASADNIH NOSILCEV IN ZATEG NA VZDOLŽNI STRANICI OBJEKTA.....	- 119 -
SLIKA 30: PLOŠČINA FASADE, KI OBREMENJUJE ZATEGE ZA PREČNO:(LEVO IN SREDINI), IN VZDOLŽNO: (SKRAJNO DESNO), STRANICO.	- 120 -
SLIKA 31: OZNAKE IN RAZPORED TEMELJEV.....	- 128 -

PREGLEDNICE

PREGLEDNICA 1: SESTAV STALNE OBTEŽBE MEDETAŽNIH KONSTRUKCIJ V ETAŽAH 1 - 4.	- 9 -
PREGLEDNICA 2: SESTAV STALNE OBTEŽBE MEDETAŽNE KONSTRUKCIJE V 5. ETAŽI.	- 9 -
PREGLEDNICA 3: VREDNOSTI ENAKOMERNO PORAZDELJENE PLOSKOVNE OBTEŽBE ZA KORISTNO OBTEŽBO QK.	- 10 -
PREGLEDNICA 4: TOČKOVNE SILE OBTEŽBE SNEGA NA PRIPADAJOČIH VPLIVNIH-POVRŠINAH NA STREŠNIH PREČKAH NAD NOTRANJIM OKVIRJEM.	- 14 -
PREGLEDNICA 5: TOČKOVNE SILE OBTEŽBE SNEGA NA PRIPADAJOČIH VPLIVNIH-POVRŠINAH NA STREŠNIH PREČKAH NAD ZUNANJIM OKVIRJEM.	- 14 -
PREGLEDNICA 6: KOMBINACIJE NOTRANJIH IN ZUNANJIH TLAKOV VETRA ZA NAVPIČNE STENE V SMERI X.	- 29 -
PREGLEDNICA 7: KOMBINACIJE NOTRANJIH IN ZUNANJIH TLAKOV VETRA ZA NAVPIČNE STENE V SMERI Y.	- 30 -
PREGLEDNICA 8: TOČKOVNE SILE NA POVEZE VETRA V SMERI X.	- 36 -
PREGLEDNICA 9: TOČKOVNE SILE NA POVEZJE VETRA V SMERI Y.	- 36 -
PREGLEDNICA 10: PREREZNE RAVNINE IN KOMBINACIJE NA STREŠINAH	- 38 -
PREGLEDNICA 11: ZUNANJI KOEFICIENT VETRA IN TLAK VETRA NA PLOSKEV	- 42 -
PREGLEDNICA 12: KOMBINACIJA NOTRANJIH IN ZUNANJIH TLAKOV VETRA ZA STREHO V SMERI X.	- 43 -
PREGLEDNICA 13: PRIKAZ KOMBINIRANIH VREDNOSTI TLAKA NA NAPUŠČE CONE ENA	- 46 -
PREGLEDNICA 14: PRIKAZ KOMBINIRANIH VREDNOSTI TLAKA NA NAPUŠČE CONE DVE	- 47 -
PREGLEDNICA 15: PRIKAZ VREDNOSTI ZUNANJEGA TLAKA VERTIKALNE STENE NA NAPUŠČ CONE TRI	- 48 -

PREGLEDNICA 16: VPLIV TLAKA NA STREŠNE PREČKE	- 49 -
PREGLEDNICA 17: VPLIV TLAKA VETRA NA OKVIRJE Z CETRIČNIMI V POVEZJI	- 50 -
PREGLEDNICA 18: ZUNANJI KOEFICIENT IN TLAK VETRA NA PLOSKEV	- 54 -
PREGLEDNICA 19: KOMBINACIJE NOTRANJIH IN ZUNANJIH TLAKOV VETRA NA STREHI V SMERI Y	- 55 -
PREGLEDNICA 20: PRIKAZ KOMBINIRANIH VREDNOSTI TLAKA NA NAPUŠČU CONE ENA	- 58 -
PREGLEDNICA 21: PRIKAZ VREDNOST ZUNANJEGA TLAKA NA NAPUŠČ V CONI 2	- 59 -
PREGLEDNICA 22: PRIKAZ VREDNOSTI ZUNANJEGA TLAKA NA NAPUŠČU CONE 3	- 60 -
-	
PREGLEDNICA 23: VPLIV TLAKA NA STREŠNE PREČKE	- 61 -
PREGLEDNICA 24: VPLIV TLAKA NA OKVIRJE Z CETRIČNIMI V POVEZJI	- 62 -
PREGLEDNICA 25: TIP TAL IN NJEGOVE VREDNOSTI ZA PARAMETRE	- 63 -
PREGLEDNICA 26: OSNOVNI NIHAJNI ČAS STAVBE T1	- 63 -
PREGLEDNICA 27: TEŽA PROFILOV STEBROV V VSAKI ETAŽI	- 65 -
PREGLEDNICA 28: TEŽA 6,0 M PREČK V VSAKI ETAŽI	- 66 -
PREGLEDNICA 29: TEŽA 8,0 M PREČK V VSAKI ETAŽI	- 66 -
PREGLEDNICA 30: TEŽA DIAGONALNIH ELEMENTOV V V POVEZJU NOTRANJEGA OKVIRJA	- 67 -
PREGLEDNICA 31: TEŽA DIAGONALNIH ELEMENTOV V V POVEZJU ZUNANJEGA OKVIRJA	- 67 -
PREGLEDNICA 32: TEŽA DIAGONALNIH ELEMENTOV V VPOVEZJU POVEZNEGA OKVIRJA	- 67 -
PREGLEDNICA 33: LASTNA TEŽA ZATEG NA STREHI	- 67 -
PREGLEDNICA 34: LASTNA TEŽA TRIMO PANELOV NA STREHI	- 68 -
PREGLEDNICA 35: POVZETEK LASTNE OBTEŽBE PROFILOV PO NADSTROPJIH	- 68 -
PREGLEDNICA 36: LASTNA OBTEŽBA PLOŠČ PO NADSTROPJIH	- 68 -
PREGLEDNICA 37: LASTNA OBTEŽBA FASADE PO NADSTROPJIH	- 69 -

PREGLEDNICA 38: KORISTNA OBTEŽBA PO NADSTROPJIH.....	- 69 -
PREGLEDNICA 39: SEŠTEVEK LASTNE OBTEŽBE.....	- 69 -
PREGLEDNICA 40: SEŠTEVEK KORISTNE OBTEŽBE.....	- 70 -
PREGLEDNICA 41: OBTEŽBA ETAŽ.....	- 70 -
PREGLEDNICA 42: RAZPOREDITEV ETAŽNIH VODORAVNIH POTRESNIH SIL V SMERI X:	- 72 -
PREGLEDNICA 43: RAZPOREDITEV ETAŽNIH VODORAVNIH POTRESNIH SIL V SMERI Y.	- 72 -
PREGLEDNICA 44: VARNOSTNI IN KOMBINACIJSKI.....	- 74 -
FAKTORJI ZA VREDNOST SPREMENLJIVEGA VPLIVA.....	- 74 -
PREGLEDNICA 45: VARNOSTNI IN KOMBINACIJSKI FAKTORJI ZA VREDNOST SPREMENLJIVEGA VPLIVA.....	- 75 -
PREGLEDNICA 46: KOMBINACIJSKI FAKTORJI ZA VREDNOST SPREMENLJIVEGA VPLIVA.....	- 77 -
PREGLEDNICA 47: KOEFICIENTI GEOMETRIJSKE NEPOPOLNOSTI ZA OKVIRJE.....	- 79 -
PREGLEDNICA 48: SEZNAM KONSTRUKCIJSKIH ELEMENTOV ZUNANJEGA.....	- 80 -
OKVIRJA Z CENTRIČNIMI V POVEZJI PRI STATIČNI ANALIZI.....	- 80 -
PREGLEDNICA 49: HORIZONTALNI MEDETAŽNI POMIKI ZUNANJEGA OKVIRJA Z CENTRIČNIMI V POVEZJI PRI STATIČNI ANALIZI.....	- 82 -
PREGLEDNICA 50: VERTIKALNI POMIKI PREČK V ZUNANJEM OKVIRJU Z CENTRIČNIMI V POVEZJI PRI STATIČNI ANALIZI.....	- 83 -
PREGLEDNICA 51: SEZNAM KONSTRUKCIJSKIH ELEMENTOV NOTRANJEGA.....	- 84 -
OKVIRJA Z CENTRIČNIMI V POVEZJI PRI STATIČNI ANALIZI.....	- 84 -
PREGLEDNICA 52: HORIZONTALNI MEDETAŽNI POMIKI NOTRANJEGA OKVIRJA Z CENTRIČNIMI V POVEZJI PRI STATIČNI ANALIZI.....	- 85 -
PREGLEDNICA 53: VERTIKALNI POMIKI PREČK V NOTRANJEM OKVIRJU Z CENTRIČNIMI V POVEZJI PRI STATIČNI ANALIZI.....	- 86 -
PREGLEDNICA 54: SEZNAM KONSTRUKCIJSKIH ELEMENTOV POVEZNEGA.....	- 87 -

OKVIRJA Z CENTRIČNIMI V POVEZJI PRI STATIČNI ANALIZI	- 87 -
PREGLEDNICA 55: HORIZONTALNI MEDETAŽNI POMIKI POVEZNEGA OKVIRJA Z CENTRIČNIMI V POVEZJI PRI STATIČNI ANALIZI	- 88 -
PREGLEDNICA 56: PROFILI STREŠASTIH PREČK.....	- 90 -
PREGLEDNICA 57: PROFILI IN POMIKI PREČK V VZDOLŽNI SMERI OBJEKTA	- 90 -
PREGLEDNICA 58: VPLIV NAKLJUČNE TORZIJE NA OKVIRJE.....	- 92 -
PREGLEDNICA 59: SEZNAM KONSTRUKCIJSKIH ELEMENTOV ZUNANJEGA	- 93 -
OKVIRJA Z CENTRIČNIMI V POVEZJI PRI DINAMIČNI ANALIZI	- 93 -
PREGLEDNICA 60: HORIZONTALNI MEDETAŽNI POMIKI ZUNANJEGA	- 95 -
OKVIRJA Z CENTRIČNIMI V POVEZJI PRI DINAMIČNI ANALIZI.....	- 95 -
PREGLEDNICA 61: SEZNAM KONSTRUKCIJSKIH ELEMENTOV NOTRANJEGA.....	- 96 -
OKVIRJA Z CENTRICNIMI V POVEZJI PRI DINAMIČNI ANALIZI	- 96 -
PREGLEDNICA 62: HORIZONTALNI MEDETAŽNI POMIKI NOTRANJEGA OKVIRJA Z CENTRIČNIMI V POVEZJI PRI DINAMIČNI ANALIZI	- 97 -
PREGLEDNICA 63: SEZNAM KONSTRUKCIJSKIH ELEMENTOV POVEZNEGA	- 98 -
OKVIRJA Z CENTRICNIMI V POVEZJI PRI DINAMIČNI ANALIZI	- 98 -
PREGLEDNICA 64: HORIZONTALNI MEDETAŽNI POMIKI POVEZNEGA OKVIRJA Z CENTRIČNIMI V POVEZJI PRI DINAMIČNI ANALIZI	- 99 -
PREGLEDNICA 65: KONTROLA DIAGONALNIH ELEMENTOV ZUNANJEGA OKVIRJA Z CENTIČNIMI V POVEZJI.....	- 101 -
PREGLEDNICA 66: KONTROLA DIAGONALNIH ELEMENTOV NOTRANJEGA OKVIRJA Z CENTIČNIMI V POVEZJI.....	- 102 -
PREGLEDNICA 67: KONTROLA DIAGONAL POVEZNEGA OKVIRJA Z CENTIČNIMI V POVEZJI	- 103 -
PREGLEDNICA 68: KONTROLA PEČK BREZ VMESNIH PODPOR CENTRIČNEGA V POVEZJA.....	- 107 -
PREGLEDNICA 69: KONTROLA PREČK ZARADI UKLONA V TLAČNI DIAGONALI....	- 107 -

PREGLEDNICA 70: KONTROLA KOMPAKTNOSTI PREREZOV ZA DIAGONALNIH ELEMENTOV.	- 109 -
PREGLEDNICA 71: KONTROLA VODORAVNIH PROJEKCIJ PREČNIH PREREZOV DIAGONAL ZA POVEZNI OKVIR.	- 110 -
PREGLEDNICA 72: KONTROLA VODORAVNIH PROJEKCIJ PREČNIH PREREZOV DIAGONAL ZA NOTRANJI OKVIR.	- 110 -
PREGLEDNICA 73: KONTROLA VODORAVNIH PROJEKCIJ PREČNIH PREREZOV DIAGONAL ZA ZUNANJI OKVIR.	- 110 -
PREGLEDNICA 74: IZVLEČEK MATERIALA ZA OCENO TEŽE JEKLA.	- 111 -
PREGLEDNICA 75: DOPUSTNI RAZPONI HI - BOND SOVPREŽNIH STROPOV – MEJNO STANJE NOSILNOSTI V CM, [41].	- 115 -
PREGLEDNICA 76: DOPUSTNI RAZPONI HI-BOND SOVPREŽNIH STROPOV - MEJNO STANJE UPORABNOSTI V CM.	- 115 -
PREGLEDNICA 77: DIMENZIJE ZATEG.	- 122 -
PREGLEDNICA 78: FASADNA PREČKA V PREČNI SMERI OBJEKTA.	- 123 -
PREGLEDNICA 79: FASADNE PREČKE V VZDOLŽNI SMERI OBJEKTA.	- 125 -
PREGLEDNICA 80: NALEŽNE ŠIRINE MED FASADNIMI PREČKAMI IN FASADNIMI VERTIKALNIMI PANELI.	- 127 -
PREGLEDNICA 81: DIMENZIJE KVADRATNIH TOČKOVNIH TEMELJEV.	- 129 -
PREGLEDNICA 82: REAKCIJE TEMELJA T1.	- 130 -
PREGLEDNICA 83: REAKCIJE TEMELJA T2.	- 133 -
PREGLEDNICA 84: REAKCIJE TEMELJA T3.	- 137 -
PREGLEDNICA 85: REAKCIJE TEMELJA 34.	- 141 -
PREGLEDNICA 86: DOVOLJENI MEDETAŽNI POMIKI V ODVISNOSTI OD TIPA OKVIRJA IN FAKTORJA OBNAŠANJA.	- 145 -

Grafikoni**Grafikon 1:** *Odvisnost medetažnih pomikov od faktorja obnašanja.....144***VIRI.....148**

1.0 Uvod

V razvitem delu sveta je uporaba jekla v gradbeništvu v porastu. Z vse večjo poseljenostjo in dražitvijo stavbnih zemljišč v urbanih središčih in gospodarskih conah je gradbeništvo primorano posegati po gradnjah v višino na področju stanovanjske in gospodarske gradnje. Jeklene konstrukcije igrajo v teh gradnjah ključno vlogo ob kombinaciji z betonom oziroma armiranim betonom.

Jeklene konstrukcije se v gradbeni panogi načeloma izvajajo z montažno gradnjo, kar odseva kar nekaj dobrih lastnosti v primerjavi z klasično gradnjo objektov.

Izdelava jeklene konstrukcije poteka v delavnici, medtem ko se montaža izvede na lokaciji objekta v občutno krajšem času kot pri klasični gradnji. Tako lahko gradimo objekte tudi na bolj odročnih lokacijah, kjer nam vremenski, lokacijski oziroma gospodarski pogoji diktirajo časovni okvir gradnje.

Zasnova obravnavanega objekta temelji na arhitekturnih podlagah. Objekt sestoji iz štirih okvirov z centričnimi V povezji v prečni smeri, ter dvema okvirjema s centričnim V povezjem v vzdolžni smeri. Skupna neto površina objekta znaša 432 kvadratnih metrov. Kapna višina strehe znaša 19,0 metrov, medtem ko je slemenska višina 21,42 metra. Prečni okvirji so v rastru osmih metrov, medtem ko so okvirji v vzdolžni smeri v rastru šestih metrov.

Analiza konstrukcije je narejena s pomočjo računalniškega progama »SCIA Engineer«. Izračun statičnih količin za mejno stanje nosilnosti in pomiki pri mejnem stanju uporabnosti so izračunani po teoriji drugega reda. Pri potresni analizi je po metodi horizontalnih sil upoštevana slučajna ekcentričnost.

V okviru diplomske naloge je prikazan postopek določanja obtežb in globalne analize nosilne konstrukcije. Izvedeno je dimenzioniranje mednadstropne sovprežne konstrukcije, fasadnih panelov ter točkovnih temeljev. Izdelani so pozicijski načrti in izvleček materiala za oceno teže jekla.

2.0 Tehnično poročilo

2.1 Opis konstrukcije

Obravnavan objekt sestoji iz jeklene konstrukcije, katera je sestavljena iz naslednjih konstrukcijskih elementov oziroma sklopov:

- okvirji z centričnimi V povezji
- medetažna sovprežna konstrukcija
- fasadna podkonstrukcija
- temelji

Obravnavan objekt je namenjen poslovni dejavnosti in je lociran v mestu Ljubljana. Objekt sestoji iz štirih etaž z medetažno višino 3,8 m. V prečni smeri je objekt sestavljen iz štirih okvirjev z centričnimi V povezji na razdalji 8,0. V vzdolžni smeri pa se nahajata dva okvirja z povezjem. Zunanji stebri so visoki 19,0 m, medtem ko notranji stebri segajo 20,4 m v višino.

Za stebre in prečke so uporabljeni različni HEA profili, medtem ko so za diagonalne elemente v povezjih uporabljeni votli škatlasti profili.

V vsaki etaži se nahaja medetažna sovprežna konstrukcija debeline 12,0 cm. Prečka in plošča sta povezana z Nelson mozniki $\varphi = 19$, $f_u = 45 \text{ kN/cm}^2$, z višino 10,0 cm in premerom 1,9 cm. Pločevina za ploščo je tipa HI – bond 55, $t = 0,8 \text{ mm}$ in $f_y = 250 \text{ MPA}$. Armaturna mreža nad podporami je R283, medtem ko je za raznos obtežbe v polju potrebna mreža Q131. Dodatno pa je v vsak val pločevine potrebno vstaviti palico RA $\phi 10; 400/500$.

Fasadni paneli so TRIMO FTV Hss 100, ki so pritrjeni na fasadno podkonstrukcijo z profilom U 220 v vzdolžni ter U 160 v prečni smeri objekta.

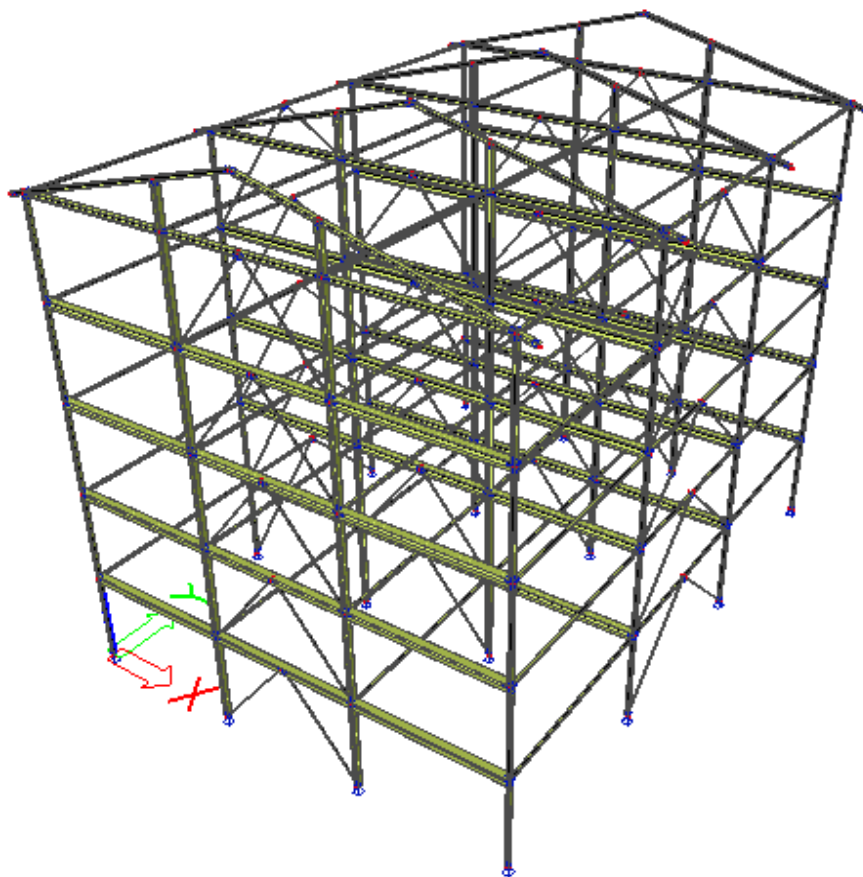
Spoji, talna plošča in stopniščno jedro niso predmet izračuna.

2.2 Uporabljeni materiali

Pri globalni analizi konstrukcije je uporabljena za diagonalne elemente kvaliteta jekla S235, medtem ko je kvaliteta jekla za stebre in prečke S355.

2.3 Arhitekturna zasnova objekta

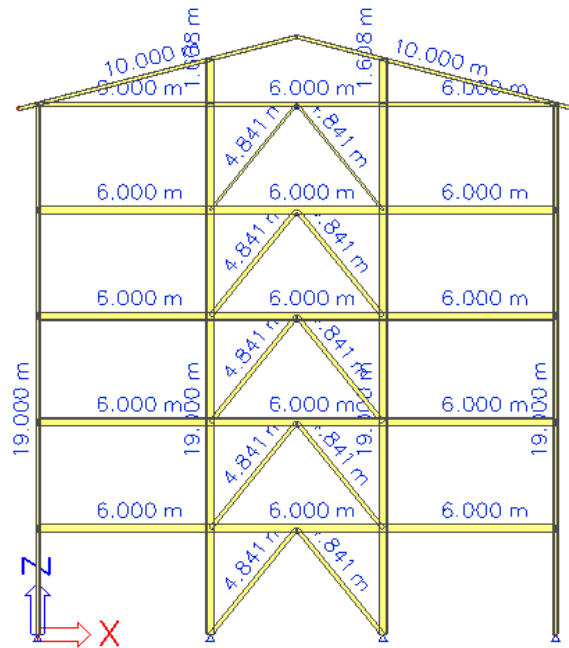
Objekt je moderna poslovna zgradba sestavljena iz pritličja in štirih nadstropij, (P + 4) z pripadajočo etažno višino 3,80 m.



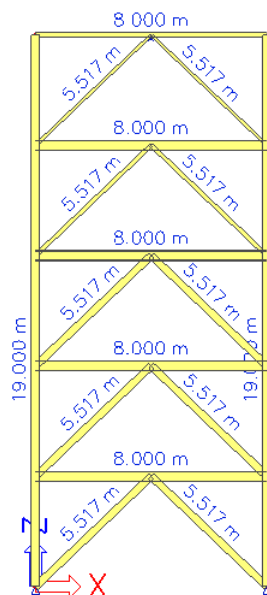
Slika 1: *Prostorski model nosilne konstrukcije objekta.*

Notranji in zunanji okvir z centričnimi V povezji imata razpon treh polj po 6,0 m v širino. Pritličje ter štiri etaže z medetažno višino 3,8 m, znašajo 19,0 m v višino pri kapu objekta, medtem ko slemenska višina znaša 21,42 m. Stebri in prečke so is HEA vroče valjanih profilov z kvaliteto jekla S335. Stebri so dveh dolžin in sicer 20,60 m in 19,0 m, ter so členkasto pritrjeni na plitke kvadratne točkovne temelje. Prečke in diagonale so pritrjene z členkastimi vezmi. Diagonale so iz kvadratnih votlih profilov z kvaliteto jekla S235.

Streha ima 15 stopinjski naklon in je sestavljena iz HEA vroče valjanih profilov z kvaliteto jekla S235.



Slika 2: Zasnova okvirja z centričnimi V povezji v prečni smeri objekta.

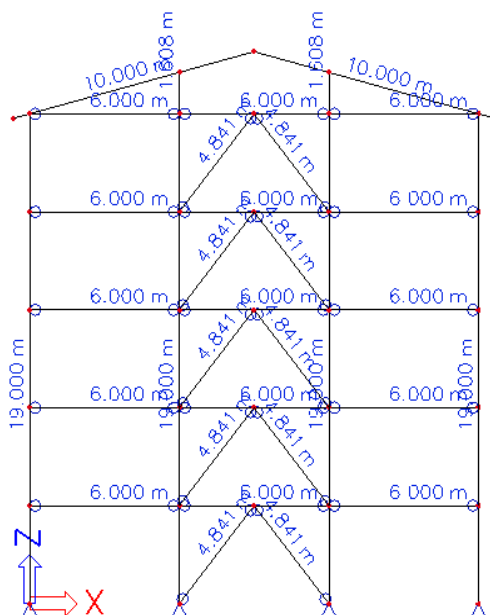


Slika 3: Zasnova okvirja z centričnimi V povezji v vzdolžni smeri objekta.

2.4 Numerični model konstrukcije za globalno analizo

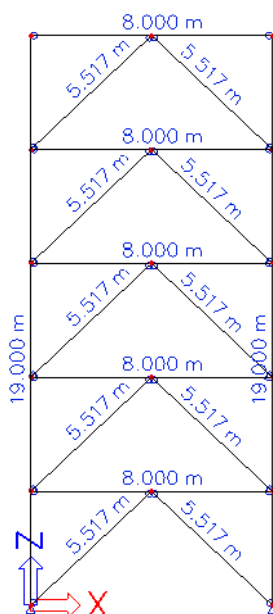
Numerični model konstrukcije je razdeljen na več ravninskih sistemov.

- notranji in zunanji pomični okvir z centričnimi V povezji:



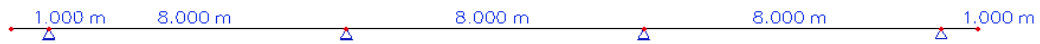
Slika 4: Numerični model notranjega in zunanega okvirja z centričnimi V povezji.

- okvir z centričnimi V povezji:



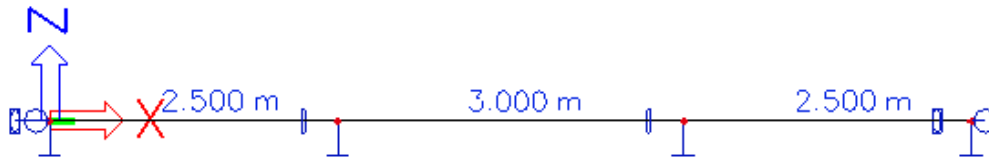
Slika 5: Numerični model okvirja z centričnimi V povezji.

- **strešna prečka:**



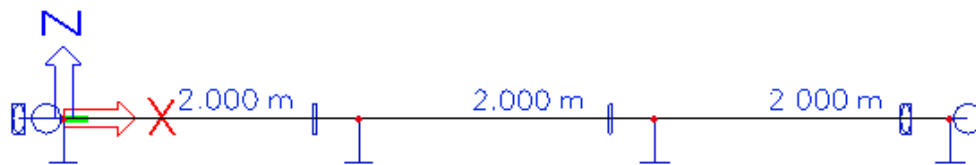
Slika 6: Numerični model strešne prečke.

- **fasadna prečka v vzdolžni smeri objekta:**



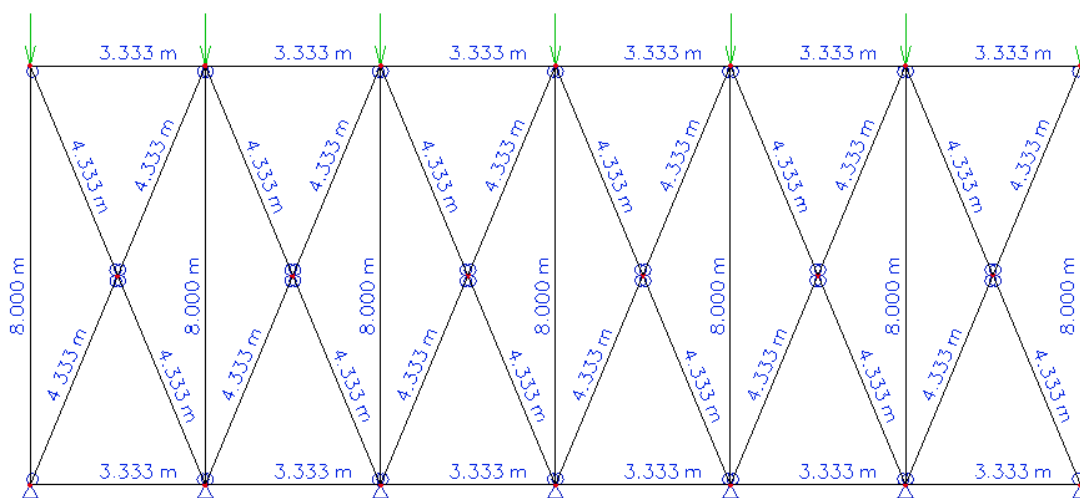
Slika 7: Numerični model fasadne prečke v vzdolžni smeri objekta.

- **fasadne prečke v prečni smeri objekta:**



Slika 8: Numerični model fasadne prečke v prečni smeri objekta.

- **zavetrovanje v ravnini strehe:**



Slika 9: Numerični model zavetrovanja v ravnini strehe.

2.5 Analiza notranjih sil

Analiza ravninskih modelov je narejena z računalniškim programom »SCIA Engineer« po teoriji drugega reda z upoštevanjem globalne geometrijske nepopolnosti.

2.6 Dinamična analiza

Dinamična analiza je izvedena po metodi nadomestnih vodoravnih sil z upoštevanjem naključne torzije. Projektni pospešek tal je 0,25g.

Konstrukcija je projektirana po SIST EN 1998, tako da tekom potresa pride do pojava plastifikacije prereza v diagonalnih elementih. Elementi, ki ne sovpadajo z območjem plastifikacije prereza so v prvem oziroma tretjem razredu kompaktnosti. Medtem ko elementi, kateri so v področju sipanja energije med samim potresom sovpadajo z zahtevanim prvim razredom kompaktnosti. Faktor obnašanja konstrukcije v obeh smereh zavzema vrednost 2,5.

2.7 Medetažna konstrukcija

Medetažna sovprežna konstrukcija poteka zvezno preko več polj in je skupne debeline 12.0 cm. Prečka in plošča sta povezana z Nelson mozniki $\varphi = 19$, $f_u = 45 \text{ kN/cm}^2$, z višino 10.0 cm in premerom 1,9 cm. Pločevina za ploščo je tipa HI – bond 55, $t = 0,8\text{mm}$ in $f_y = 250 \text{ MPA}$. Armaturna mreža nad podporami je R283, medtem ko je za raznos obtežbe potrebna mreža Q131. Dodatno pa je v vsak val potrebno vstaviti palico RA $\phi 10,400/500$.

Strešna konstrukcija sestoji iz osmih vzdolžnih strešnih prečk, katere so členkasto pritrjene na stebre in bočno podprti z zategami na obeh vzdolžnih koncih objekta.

2.8 Zavetrovanje

Zavetrovanje okvirjev z centičnim povezjem je izvedeno z povezjem v obliki narobe obrnjene črke »v« z škatlastimi profili. Profili diagonal se po višini razlikujejo.

2.9 Fasada

Na objektu je predvidena fasada z fasadnimi paneli TRIMO FTV Hss 100, ki so pritrjeni na fasadno podkonstrukcijo profila U 220 v vzdolžni ter U 160 v prečni smeri. Fasadna podkonstrukcija je pritrjena na stebre z vijaki. Fasadni paneli so zaščiteni z zaščitnim in dekorativnim premazom v izbiri več barvnih odtenkih.

2.10 Temelji

Temeljenje je izvedeno z točkovnimi kvadratnimi temelji. Temeljna tla so dobro nosilna z sledečimi karakteristikami:

kohezija zemljine: $25,0 \text{ N/m}^2$

kot notranjega trenja: 22 stopinj

specifična teža zemljine: $20,50 \text{ kn/m}^3$.

2.11 Izdelava in montaža jeklene konstrukcije

Pri izdelavi jeklene konstrukcije je potrebno posebno pozornost posvetiti stikom. Z ustrezno kontrolo je potrebno zagotoviti, da bo celotna konstrukcija narejena po predpisanih standardih.

Pri montaži je potrebno z pravim vrstnim redom montaže zagotoviti stabilnost konstrukcije. Nujna je prisotnost nadzornega organa. Med montažo je potrebno zagotoviti prostorsko lego vozlišč (prostorska konstrukcija) in varjenje ter kvaliteten nanos premazov proti koroziji.

Pri izdelavi posameznih elementov jeklene konstrukcije je posebno pozornost potrebno posvetiti dimenzijski kontroli in pripravi zvarnih žlebov.

Med izdelavo in montažo jeklenih konstrukcij mora biti zagotovljena stalna merska kontrola in stalen strokovni nadzor. Ob vsaki spremembi je potrebno pridobiti pisno soglasje projektanta.

2.12 Protikorozijska zaščita

Vsi jekleni elementi morajo biti protikorozijsko zaščiteni. Predlagam uporabo enega temeljnega in dveh prekrivnih premazov v skupni debelini suhega filma 0,15 – 0,20 mm. Pred nanosom temeljnega premaza morajo biti konstrukcijski elementi očiščeni z peskanjem.

3.0 Obtežbe

3.1 Obtežbe v objektu

3.1.1 Stalna obtežba

Stalna oziroma lastna obtežba predstavlja obtežbo, ki je vedno prisotna na konstrukciji.

Le ta zajema ves nepremičen inventar, kot tudi samo lastno težo konstrukcije oziroma lastno težo konstrukcije in ne konstrukcijskih elementov kot so podlage, predelne stene, obloge sten, napeljave in pritrjene naprave, ograje itd. V večini primerov predstavlja karakteristično vrednost, ki se jo izračuna na podlagi nazivnih mer in karakteristične vrednosti prostorninske teže. Konstrukcijski sloji v uporabljenih sestavih so navedeni v spodnjih dveh preglednicah z pripadajočo obtežbo in razporeditvijo po etažah.

Preglednica 1: Sestav stalne obtežbe medetažnih konstrukcij v etažah 1 - 4.

Obtežbe v etažah 1 - 4		
Ime sloja :	Debelina :	Obtežba :
<i>keramika</i>	<i>1 cm</i>	0,10 kN/m ²
<i>cementni estrih</i>	<i>5 cm</i>	1,25 kN/m ²
<i>Izolacijske plošče: Fragmat ESP 100</i>	<i>5 cm</i>	0,01 kN/m ²
<i>AB plošča</i>	<i>12 cm</i>	2,41 kN/m ²
<i>predelne stene</i>	<i>/</i>	0,50 kN/m ²
<i>inštalacije</i>	<i>/</i>	0,20 kN/m ²
<i>spuščeni strop</i>	<i>/</i>	0,20 kN/m ²
SKUPAJ:		4,67 kN/m²

Preglednica 2: Sestav stalne obtežbe medetažne konstrukcije v 5. etaži.

Obtežbe v 5. etaži		
Ime sloja :	Debelina :	Obtežba :
<i>Inštalacije</i>	<i>/</i>	0,20 kN/m ²
<i>spuščeni strop</i>	<i>/</i>	0,20 kN/m ²
<i>Izolacijske plošče: Fragmat ESP 100</i>	<i>25 cm</i>	0,05 kN/m ²
SKUPAJ:		0,45 kN/m²

3.1.2 Koristna obtežba

Koristna obtežba v stavbi predstavlja premično obtežbo na konstrukciji, katera zajema pohištvo in opremo premične narave, običajno uporabo za ljudi, upošteva pa tudi redke primere, kot je premikanje pohištva v primeru reorganizacije ali pleskanja v samem objektu.

Koristna obtežba se določi po kategoriziranih površinah iz predpisov v standardu v katere spadajo površine v samem objektu, le te pa se delijo po svoji namembnosti oziroma predvidenem namenu uporabe. Vsaka površina ima za predpisano namembnost predpisano kategorijo, po kateri ji pripada določena karakteristična vrednost enakomerno porazdeljene ploskovne obtežbe q_k in koncentrirane obtežbe Q_k .

Vrednosti so povzete po preglednicah, [1] in [2].

Preglednica 3: Vrednosti enakomerno porazdeljene ploskovne obtežbe za koristno obtežbo q_k .

Koristna obtežba			
Plošča:	Namen:	Tip:	Obtežba (kN/m^2):
1.	<i>skladišče</i>	<i>E 1</i>	7,5
2.	<i>pisarne</i>	<i>B</i>	3,0
3.	<i>pisarne</i>	<i>B</i>	3,0
4.	<i>pisarne</i>	<i>B</i>	3,0
5.	<i>restavracija</i>	<i>C 1</i>	3,0
6.	<i>podstrežje</i>	/	0,0

3.2 Obtežbe izven objekta

3.2.1 Obtežba snega

Na porazdelitev obtežbe snega na strehi vplivajo dejavniki kot je oblika strehe, vpliv sosednjih stavb iz okolice, predvsem pa krajevne in podnebne razmere. Na strehah kjer je malo verjetno, da bi zapadla izjemna snežna odeja se uporabi za razpored nakopičenega in ne nakopičenega snega, začasno/stalno projektno stanje.

$$S = \mu_i * C_e * C_t * S_k \quad \text{en. 1}$$

$$S = 0,8 * 0,8 * 1,0 * 1,51 \text{ kN} = 0,9664 \text{ kN/m}^2$$

3.2.1.1 Oblikovni koeficient obtežbe snega

Oblikovni koeficient obtežbe snega je odvisen od naklona strehe, v upoštevana pa je bila tudi možnost zdrsa snega iz strehe. V kolikor so na strehi montirani snegobrani, ki preprečujejo zdrs snega iz strehe, se za omenjeni koeficient ne sme vzeti vrednost manjšo od 0,8.

Izbran naklon obeh strešin strehe na objektu znaša 15 stopinj. Pri dvokapnici se odčita iz grafa, [3] ali tabele naslednji oblikovni koeficient obtežbe snega: $\mu_i = 0,8$.

3.2.1.2 Koeficient izpostavljenosti

Koeficient izpostavljenosti C_e , je odvisen od okoliških objektov, terena in dreves. Obravnava se tri vrste zaščitenosti streh proti vetru, ki transportira sneg in te so: izpostavljene vetru, normalne in zaščitne proti vetru. Koeficienti ustrezno naraščajo od izpostavljenega vetra do zaščitenega pred vetrom, (0,8 - 1,2). Objekt se nahaja v ravni okolici brez konkretnih ovir, izpostavljen je vetru z vseh smeri, razen nekaj dreves in naravnih zaklonov ni konkretnih ovir ki bi direktno ovirale veter. V tem primeru je izbran koeficient izpostavljenosti C_e iz preglednice, [4] in določen z vrednostjo 0,8.

3.2.1.3 Toplotni koeficient

Toplotni koeficient C_t predstavlja zmanjšanje obtežbe snega v primeru, da ima streha toplotno prevodnost večjo od vrednosti 1.0 W/mk . V tem primeru se poveča taljenje snega na strehi ali njenih delih, kar povzroča tanjšanje snežne odeje in z tem obtežbe, ki jo povzroča obtežba snega.

Če povzamemo, [5] je vrednost toplotnega koeficienta C_t za streho izbran z vrednostjo 1.0.

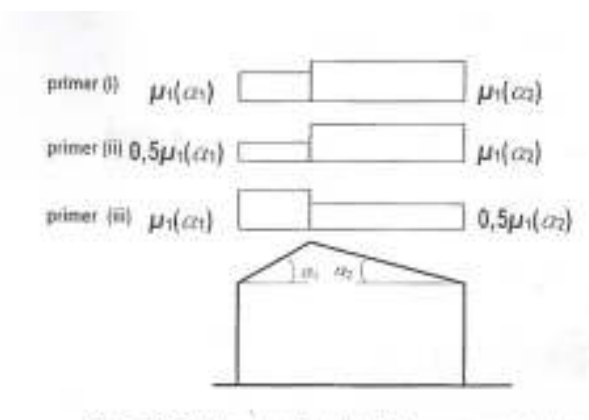
3.2.1.4 Karakteristična obtežba snega na tleh

Karakteristične vrednosti obtežbe snega na tleh so določene v nacionalnem dodatku. Objekt stoji v Ljubljani ki ima nadmorsko višina 298 m. Območje na karti, [6] v katero pade mesto Ljubljana je A2.

$$A_2: S_k = 1,293 * \left(1 + \left(\frac{A}{728}\right)^2\right) = 1,5097 \text{ kN} \cong 1,51 \text{ kN/m}^2 \quad \text{en. 2}$$

3.2.1.5 Obtežba snega na okvirje

Pri brezvetrnem sneženju se naletavanje snega pojavi v enakih jakostih obtežbe na obeh strešinah strehe. Medtem ko nakopičena obtežba snega predstavlja različne jakosti obtežbe snega na vsaki strešini, ker se je sneg nakopičil neenakomerno na obeh strešinah. Vzrok temu kopičenju je veter in geometrijske karakteristike okolice in strehe, kar se odraža v različnih tokovih vetra po okolici, kar posledično povzroči različno odlaganje snega na obeh strešinah.



Slika 10: Nakopičen in nenakopičen sneg na strešini.

Nakopičen sneg:

$$A = \mu_i * C_e * C_t * S_k = 0,8 * 0,8 * 1,0 * 1,51 = 0,9664 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{en. 3}$$

Nenakopičen sneg:

$$A = 0,5 * \mu_i * C_e * C_t * S_k = 0,5 * 0,8 * 0,8 * 1,0 * 1,51 = 0,4832 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{en. 3}$$

Vsaka strešina ima štiri strešne prečke na strešini, ki potekajo po celotni dolžini strešine. Te prečke nosijo strešne panele, katere prevzemajo obtežbo snega. V spodnjih preglednicah so podane osne sile, katere pripadajo pripadajočim površinam in obtežbam snega, nakopičena ali ne nakopičena razporeditev snega po strešini, za štiri točke na izbrani strešini, kjer strešne prečke prenašajo obtežbo naprej na pripadajoči okvir.

Preglednica 4: Točkovne sile obtežbe snega na pripadajočih vplivnih površinah na strešnih prečkah nad notranjim okvirjem.

Tip snega:	Obtežbe snega na strešnih prečkah nad notranjim okvirjem				
	Obtežba :	Vplivna površina :		Sila (kN) :	Položaj sile :
	Sneg (kN/m ²) :	Širina :	Dolžina :		
<i>Nenakopičen :</i>	0.9664	3.333	8	25.77	Sila v centru strešine.
	0.9664	1.666	8	12.88	Sila na robu strešine.
<i>Nakopičen :</i>	0.4832	3.333	8	12.88	Sila v centru strešine.
	0.4832	1.666	8	6.44	Sila na robu strešine.

Slika: Obtežba snega na okvir.

Preglednica 5: Točkovne sile obtežbe snega na pripadajočih vplivnih površinah na strešnih prečkah nad zunanjim okvirjem.

Tip snega:	Obtežbe snega na strešnih prečkah nad zunanjim okvirjem				
	Obtežba :	Vplivna površina :		Sila (kN) :	Položaj sile :
	Sneg (kN/m ²) :	Širina :	Dolžina :		
<i>Nenakopičen :</i>	0.9664	3.333	5	16.11	Sila v centru strešine.
	0.9664	1.666	5	8.05	Sila na robu strešine.
<i>Nakopičen :</i>	0.4832	3.333	5	8.05	Sila v centru strešine.
	0.4832	1.666	5	4.03	Sila na robu strešine.

Slika: Obtežba snega na okvir.

3.2.1.6 Obtežba snega na strešne prečke

Obtežba snega na strešne prečke predstavlja linijsko obtežbo na omenjenih prečkah za nakopičen oziroma ne nakopičen sneg. Strešne prečke potekajo vzdolžno z obravnavanim objektom in so podprte z štirimi okvirji z centričnimi V povezji. Za dimenzioniranje strešnih prečk se uporabi večjo od obeh spodaj izračunanih linijskih obtežb.

Notranje polje: nakopičen sneg:

$$q_s = 0,9664 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 3,333 \text{ m} = 3,221 \frac{\text{kN}}{\text{m}^1}$$

Notranje polje: ne nakopičen sneg:

$$q_s = 0,4832 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 3,333 \text{ m} = 1,610 \frac{\text{kN}}{\text{m}^1}$$

Zunanje polje: nakopičen sneg:

$$q_s = 0,9664 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 1,666 \text{ m} = 1,610 \frac{\text{kN}}{\text{m}^1}$$

Zunanje polje: ne nakopičen sneg:

$$q_s = 0,4832 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 1,666 \text{ m} = 0,805 \frac{\text{kN}}{\text{m}^1}$$

3.2.2 Obtežba vetra

Vpliv vetra oziroma sile, katere povzroča veter na površinah objekta se spreminjajo z časom, saj veter piha z ne konstantno jakostjo v sunkih in deluje na zunanje površine v odvisnosti od smeri vetra glede na objekt, kot tlak ali srk oziroma podtlak. Na zunanji površini se na privetni strani ustvarja tlak, medtem ko se na bočnih in zavetnih straneh glede na smer vetra ustvarjajo srki oziroma podtlaki. V sami notranjosti objekta se zaradi propustnosti konstrukcijskih sklopov tudi pojavljajo tlaki in podtlaki. Na notranjih površinah so zanimive predvsem površine, ki so locirane na notranji strani zunanjih ovojev objekta. Le ti nastopajo zaradi dejstva, da konstrukcijski sklopi načeloma niso vedno tesni, saj se v sami konstrukciji pojavljajo odprtine, katere služijo vetru kot komunikacija z notranjostjo objekta. Te odprtine so prisotne z namenom kot so izmenjava zraka z namenom zagotavljanja kvalitete zraka ali kot sestavni del delovnih procesov, medtem ko se odprtine pojavljajo tudi pri odprtih oknih oziroma slabo tesnjenih vratih in oknih ali kot posledica slabe vgradnje. Končna vrednost vpliva vetra se predstavi kot kombinacija vplivov vetra z notranje in zunanje strani objekta. Da se dokopljemo do teh vrednosti moremo najprej izračunati osnovno hitrost vetra V_b , katera je osnova za izračun tlaka vetra pri največji hitrosti ob sunku vetra $q_p(z)$. Tlak vetra pri največji hitrosti ob sunku vetra $q_p(z)$, je funkcija faktorja izpostavljenosti $C_e(z)$, osnovnega tlaka vetra q_b , gostote zraka ρ in osnovna hitrost vetra, določena kot funkcija smeri vetra in letnega časa 10 m nad terenom 2. Kategorije Vb. Nato pridobimo koeficiente notranjega in zunanjega tlaka kateri so funkcija zunanjih geometrijskih karakteristik objekta kot so višina, širina, dolžina in smeri vetra. Z množenjem tlaka vetra pri največji hitrosti ob sunku vetra: $q_p(z)$ in koeficienti notranjega ali zunanjega tlaka za vsako pripadajoče polje oziroma površino na objektu pridobimo jakosti vetrnih obremenitev. Za vsako ploskev se upošteva obe vrednosti vetrnega vpliva, notranjega v objektu in zunanjega, le tako se dobi končno oziroma skupno vrednost vpliva vetra na dano površino. Pri stenah oziroma vertikalnih površinah se tukaj zgodba konča. Medtem ko je pri strehah potrebno dodatno kombinirati posamezne površine oziroma strešine. Razlog za to je, da ima v prečni smeri strešina dve površini in v tej površini na določenem delu strehe se lahko pojavlja tako srk kot tlak.

V tem oziru imamo na eni strešini bodisi privetni ali zavetni, (pri dvokapnih strehah), dve kombinaciji, tlačno in podtlačno. Zato moramo kombinirati obe strešine med seboj, ne da bi na eni strešini kombinirali tlake in podtlake skupaj. In sicer kombiniramo:

- privetrna stran z tlakom kombiniramo z zavetrno stranjo z tlakom
- privetrno stran z tlakom kombiniramo z zavetrno stranjo z podtlakom
- privetrno stran z podtlakom kombiniramo z zavetrno stranjo z tlakom
- privetrno stran z podtlakom kombiniramo z zavetrno stranjo z podtlakom

V nadaljevanju se upošteva kombinacijo strešnih in stenskih vetrnih tlakov na napušče. Na zgornji strani napušča privzamemo vrednosti vetrnega tlaka iz strehe medtem ko se na spodnji strani privzame vrednost, ki jo ima stena pod napuščem. Vz dolž napušča se cone na strehi in steni menjavajo in tudi temu primerno vativirajo vrednosti tlaka na napušču.

Pri kombiniranju tlakov se držimo predpisanih pravil, [7]. Negativni tlaki oziroma podtlaki so obrnjeni stran od površine, medtem ko so tlaki obrnjeni proti površini. Rezultanta tlakov na površinah je razlika omenjenih tlakov.

Koeficienti zunanjega tlaka za stavbe in njene dele so odvisni predvsem od površine na katero tlak deluje. Tako ločimo dva tipa površin, [8]. Pod prvo spadajo površine katere so manjše kot kvadraten meter in jih uporabljamo pri oblogah sten ali strešnikov. Drugega primera pa se poslužujemo pri površinah, katere so večje kot deset kvadratnih metrov. V obravnavanem primeru se uporabil $C_{pe,10}$, saj so vse površine oziroma cone na katere se površine razdeljujejo občutno večje, kot deset kvadratnih metrov.

3.2.2.1 Osnovna hitrost vetra

Osnovno hitrost vetra V_b , katera je osnova za izračun tlaka vetra pri največji hitrosti ob sunku vetra $q_p(z)$ je funkcija smernega faktorja C_{dir} , faktorja letnega časa C_{season} in temeljne vrednosti osnovne hitrosti vetra $V_{b,0}$.

Obravnavani objekt stoji na področju z nizkim rastjem in z posameznimi ovirami v okolici objekta kot so večja drevesa in nekaj enonadstropnih stavb v oddaljenosti stotih metrov. Po pregledu preglednice, [9] o kategoriji terena in terenskih parametrov, spada obravnavani objekt z danimi terenskimi parametri pod 2 kategorijo.

$$V_b = C_{dir} * C_{season} * V_{b,0} = 1,0 * 1,0 * 20,0 \frac{m}{s} = 20,0 \frac{m}{s} \quad \text{en. 4}$$

V_b – osnovna hitrost vetra, ($\frac{m}{s}$)

C_{dir} - smerni faktor, (koeficient)

C_{season} - faktor letnega časa, (koeficient)

$V_{b,0}$ - Temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra, ($\frac{m}{s}$)

3.2.2.1.1 Faktor letnega časa

Faktor letnega časa je povzet po, [10] in točki nacionalnega standarda, [11] ter je v obeh primerih podan z identično vrednostjo 1.0.

3.2.2.1.2 Smerni faktor

Priporočena vrednost smernega faktorja je povzeta po standardu, [12] in je predpisana z vrednostjo 1.0. Opozorjeno je, da obstajajo v nacionalnem standardu mogoče drugačna določila, katera so odvisna od smeri vetra. V nacionalnem dodatku, [13] ni sledi o takih priporočilih, je pa omenjen isti priporočen smerni faktor z vrednostjo 1.0.

3.2.2.1.3 Temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra

Temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra $V_{b,0}$ predstavlja srednjo hitrost vetra deset metrov nad tlemi. Za ta namen mora biti teren odprt z nizkim rastlinjem, kot je travnata površina, kjer so posamezne ovire oddaljene najmanj z dvajsetkratnikom višine ovir, kjer smer vetra in letni čas, ko so bile meritve opravljene niso relevantne. V standardu je omenjeno, da nadmorska višina v tej vrednosti ni upoštevana in predlaga, da se v nacionalnem dodatku lahko dodatna navodila za upoštevanje tega podatka. V nacionalnem dodatku, [14] omenja, da je nadmorska višina že upoštevana, tako da nadaljnje korekcije vrednosti ni potrebno preračunavati.

Temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra $V_{b,0}$ je dana v nacionalnem dodatku po conah, [15]. Mesto Ljubljana spada v cono 1 ter z nadmorsko višino 298 m spada pod cono 800 m, zato je vrednost enaka $V_{b,0} = 20$ m/s.

3.2.2.2 Tlak ki nastane ob sunku vetra

Ko veter piha preko objekta njegova jakost variira skozi čas. Največje vrednosti tlaka se pojavijo ob sunkih vetra. Tlak, ki se pojavi ob največji hitrosti vetra oziroma ob sunku vetra se izračuna na sledeč način.

$$q_p(z) = C_e(z) * q_b(z) = 2,9 * 250 \frac{N}{m^2} = 725 \frac{N}{m^2} \quad \text{en. 5}$$

$q_p(z)$ – tlak vetra pri največji hitrosti ob sunku vetra, ($\frac{N}{m^2}$)

$C_e(z)$ - faktor izpostavljenosti, (koeficient)

q_b - osnovni tlak vetra, ($\frac{m}{s}$)

3.2.2.2.1 Faktor izpostavljenosti.

Faktor izpostavljenosti $C_e(z)$, se odčita iz diagrama, [16], ki predstavlja višino objekta in razrede terena. Pri višini objekta $z = 21,42$ m se odčita faktor izpostavljenosti pri krivulji, ki predstavlja drugo kategorijo terena.

$$z = 5 * 3,8 \text{ m} + 2,42 \text{ m} = 21,42 \text{ m}$$

$$C_e(z) = C_e(21,42 \text{ m})$$

$$C_e(21,42 \text{ m}) = 2,9$$

3.2.2.2.2 Osnovni tlak vetra

Osnovni tlak vetra je funkcija gostote zraka in osnovne hitrosti vetra.

$$q_b = \frac{1}{2} * \rho * V_b^2 = \frac{1}{2} * 1,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 20^2 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 250 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \quad \text{en. 6}$$

q_b - osnovni tlak vetra, ($\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$)

ρ - gostota zraka, ($\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)

V_b - osnovna hitrost vetra, ($\frac{\text{m}}{\text{s}}$)

3.2.2.2.2.1 Gostota zraka

Za gostota zraka standard, [17] in nacionalni dodatek, [18] priporočata vrednost $1,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

3.2.2.3 Zunanji zračni tlak

Zračni tlak na zunanjo ploskev objekta se izračunajo po sledeči enačbi:

$$W_e = q_p(z_e) * C_{pe} \quad \text{en. 7}$$

$q_p(z_i)$ – največji tlak pri sunkih vetra

z_e – referenčna višina za zunanji tlak

C_{pe} – koeficient zunanjega tlaka

Primer izračuna zunanjega zračnega tlaka:

$$W_{e,A} = q_p(21,42 \text{ m}) * C_{pe,10,A} = 725 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} * -1,2 = -870 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

3.2.2.3.1 Koeficienti zunanjega tlaka na navpične stene

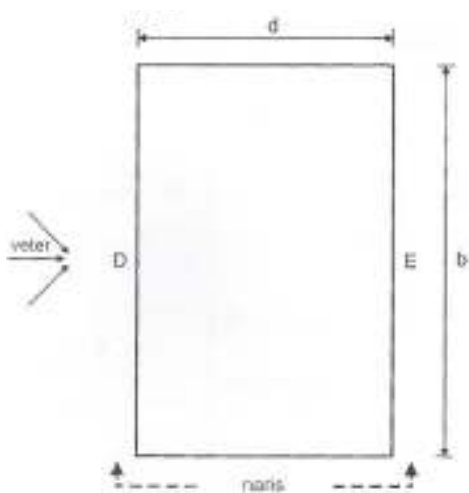
V naslednjem poglavju bodo prikazani postopki pridobitve koeficientov zunanjega tlaka za navpične stene. Obravnava se dve ločene smeri in sicer veter prečno na objekt, v nadaljevanju imenovan kot smer x in smer vetra vzdolžno z objektom, v nadaljevanju imenovan kot smer y. V obeh primerih izračun poteka na sledeč način:

- Izračun vrednosti »e«.
- Določitev število con na narisni strani objekta z izračunom razmerja »e« in »d«.
- Izračun koeficienta področja stene »h/b«.
- Odčitavanje koeficientov zunanjega tlaka za vertikalne stene.
- Po potrebi se izvede linearna interpolacijam koeficienta tlaka za navpične stene in redukcijskega faktorja za nepopolnost zveze sočasnih tlakov na privetni in zavetni strani.
- Določitev tipa porazdelitev zunanjega tlaka za navpične stene na privetni coni objekta. Ta točka se združuje v točki 3.2.2.3.2. za obe smeri skupaj.

3.2.2.3.1.1 Koeficienti zunanje tlaka na navpične stene v smeri x

3.2.2.3.1.1.1 Koeficient zunanje tlaka za stene v A,B in C coni.

Prikaz tlorisa objekta z pripadajočimi oznakami, katere ustrezajo trenutni usmerjenosti vetra v x smeri. Narisano steno je potrebno razdeliti na cone, [19]. V primeru, da je izpolnjen pogoj $e > d$ se narisano steno razdeli na dve cone v nasprotnem primeru pa so cone tri.



Določitev koeficienta e:

$$e = \min(b; 2h)$$

$$e = \min(24,0 \text{ m}; 2 * 21,42 \text{ m})$$

$$e = 24,0 \text{ m}$$

$$d = 18,0 \text{ m}$$

$$e > d \quad ; \quad 24,0 \text{ m} > 18,0 \text{ m}$$

Stena se razdeli na cono A in cono B.

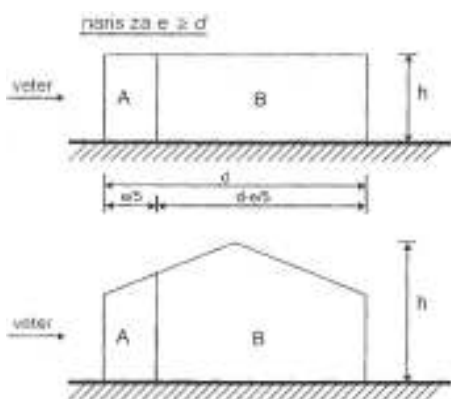
Cona A ima dolžino:

$$\frac{e}{5} = 24,0 \frac{\text{m}}{5} = 4,8 \text{ m}$$

Cona B ima dolžino:

$$d - \frac{e}{5} = 24,0 \text{ m} - \left(\frac{24,0 \text{ m}}{5}\right)$$

$$d - \frac{e}{5} = 24,0 \text{ m} - 4,8 \text{ m} = 13,20 \text{ m}$$



Referenčna višina za zunanji tlak narisne stene.

Referenčna višina narisne stene za zunanji tlak cone A in B v smeri x je sledeča:

$$z_e = 5 * 3,80 \text{ m} + \text{tg } 15 * 9,0 \text{ m} = 21,42 \text{ m}$$

$$z_e = h$$

$$\frac{h}{d} = \frac{21,42 \text{ m}}{18,0 \text{ m}} = 1,19$$

Koeficient področja stene h/b za A in B cono ima vrednost 1,19. Po povzetku, [20] je potrebno vmesne vrednosti h/b interpolirati, kar se je v danem primeru tudi storjeno, glej: Preglednica 6: Kombinacije notranjih in zunanjih tlakov vetra za navpične stene v smeri x.

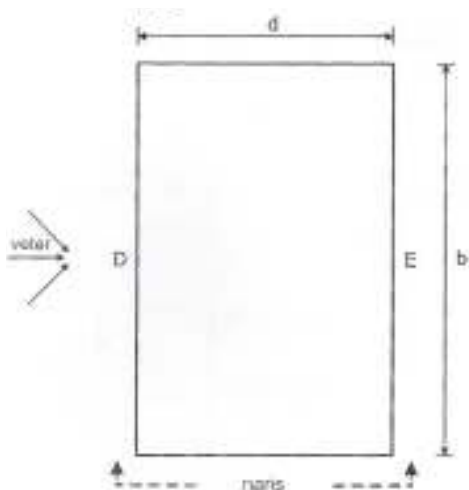
3.2.2.3.1.1.2 Koeficient zunanjega tlaka za cone v privetrni steni D in zavetrni steni E

Koeficient področja stene h/b za D in E cono ima vrednost 1,19. Po povzetku, [20], je potrebno vmesne vrednosti h/b interpolirati, kar je v danem primeru tudi storjeno. Ker je bila sila vetra na steno stavbe določena na podlagi koeficientov C_{pe} , se za stene v D in E coni lahko upošteva nepopolnost zvez za sočasne tlake vetra na privetrni in zavetrni strani, [21]. Redukcijske faktorje je potrebno linearno interpolirati med vrednostnima $1 < h/b > 5$, kar je v danem primeru tudi storjeno, glej: Preglednica6: Kombinacije notranjih in zunanjih tlakov vetra za navpične stene v smeri x.

3.2.2.3.1. 2 Koeficienti zunanega tlaka vetra na navpične stene v smeri y

3.2.2.3.1.2 Koeficient zunanega tlaka za stene v A,B in C coni

Narisno steno je potrebno razdeliti na cone, [19]. V primeru, da je izpolnjen pogoj $e > d$ se narisno steno razdeli na dve cone v nasprotnem primeru so cone tri.



Določitev koeficienta e:

$$e = \min(b; 2h)$$

$$e = \min(18,0 \text{ m}; 2 * 21,42 \text{ m})$$

$$e = 18,0 \text{ m} \quad d = 24,0 \text{ m}$$

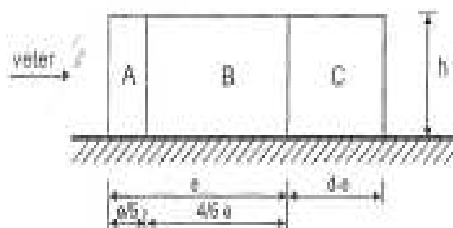
$$e < d; 18,0 \text{ m} < 24,0 \text{ m}$$

Stena se razdeli na cone A,B in C.

Cona A ima dolžino:

$$\frac{e}{5} = \frac{24,0 \text{ m}}{5} = 3,6 \text{ m}$$

naris za $e < d$

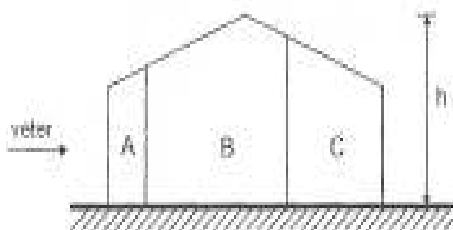


Cona B ima dolžino:

$$\frac{4}{5} * e = \frac{4}{5} * 18,0 \text{ m} = 14,40 \text{ m}$$

Cona C ima dolžino:

$$d - e = 24,0 \text{ m} - 18,0 \text{ m} = 6,0 \text{ m}$$



Referenčna višina za zunanji tlak narisne stene.

$$z_e = 5 * 3,80 \text{ m} = 19,0 \text{ m}$$

$$z_e = h$$

$$\frac{h}{d} = \frac{19,0 \text{ m}}{24,0 \text{ m}} = 0,7916$$

Koeficient področja stene v coni A in B ima vrednost 0,7916. Po povzetku, [20] je potrebno vmesne vrednosti h/b interpolirati, kar je v danem primeru tudi strojeno, glej: Preglednica 7: Kombinacije notranjih in zunanjih tlakov vetra za navpične stene v smeri y .

3.2.2.3.1.2.2 Koeficient zunanjega tlaka za privetrno steno v coni D in zavetrno steno E

Referenčna višina h/d za privetrno cono D in zavetrno steno v coni E za smeri y ima vrednost 0,7916.

Po povzetku, [20] je potrebno vmesne vrednosti h/b interpolirati, kar je v danem primeru tudi storjeno, glej: Preglednica 7: Kombinacije notranjih in zunanjih tlakov vetra za navpične stene v smeri y . Ker je bila sila vetra na steno stavbe določena na podlagi koeficientov C_{pe} , se za stene v D in E coni lahko upošteva nepopolnost zvez za sočasne tlake vetra na privetni in zavetni strani, [21]. Pod pogojem da je koeficient področja manjši od 1 se pomnoži obtežba z faktorjem 0,850.

3.2.2.3.2 Določitev tipa porazdelitev zunanjskega tlaka vetra na navpične stene

Pri razporeditvi tlakov vetra po višini na privetrne stene objekta z pravokotnim tlorisom se uporablja tri mere oziroma sorazmerja pri določanju geometrijskih razmerij con . V prvem načinu je višina objekta enaka ali manjša od širine objekta, drugi način govori o tem, da višina objekta zavzema vrednost med širino in dvojno širino objekta ter v tretjem načinu je višina objekta večja kot dvojna širina objekta. Pri prvem načinu se obtežba vetra razporedi konstantno med talnim delom in vrhnjim delom objekta, medtem ko se pri drugem načinu privzame dve vrednosti obtežbe vetra, prva, ki je manjša vrednost se pojavi v talnem delu objekta, medtem ko večja vrednost zavzame pozicijo v zgornjem delu objekta. Razlika med drugim in tretjim načinom je v tem, da imata oba načina isto logiko razporeda obtežbe, medtem ko ima tretji način vmesno fazo oziroma odsek, kjer prehaja obtežba vetra linearno med obema vrednostnima obtežb v drugem načinu pa te tako imenovane prehodne cone ni. V obravnavanem primeru se bomo v smeri x poslužili prvega načina, medtem ko v smeri y privzamemo drugi način porazdelitve tlakov vetra na privetrne vertikalne stene.

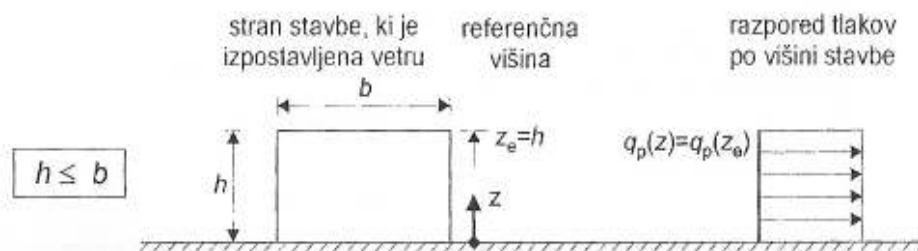
3.2.2.3.2.1 Porazdelitev zunanjskega tlaka vetra na navpične stene v smeri x

Izpolnitev pogoja za določitev načina porazdelitve:

$$h = 21,42 \text{ m}; b = 24,0 \text{ m}$$

$$h \leq b \rightarrow 21,42 \text{ m} \leq 24,0 \text{ m}$$

Pogoj je izpolnjen zato privzamemo prvi primer in temu primerno so razporeditve sil sledeče:



Slika: Referenčne višine z_e v odvisnosti od h, b in profila tlakov vetra;

(SIST EN 1991 – 1 - 4 : 2005; str.: 30; poglavje 7.2.2.; točka: 1; slika: 7.4.).

Obtežba vetra v coni:

$$q_p(z) = q_p(h) = C_e(h) * q_p = 2,9 * 250 \text{ N/m}^2 = 725 \text{ N/m}^2$$

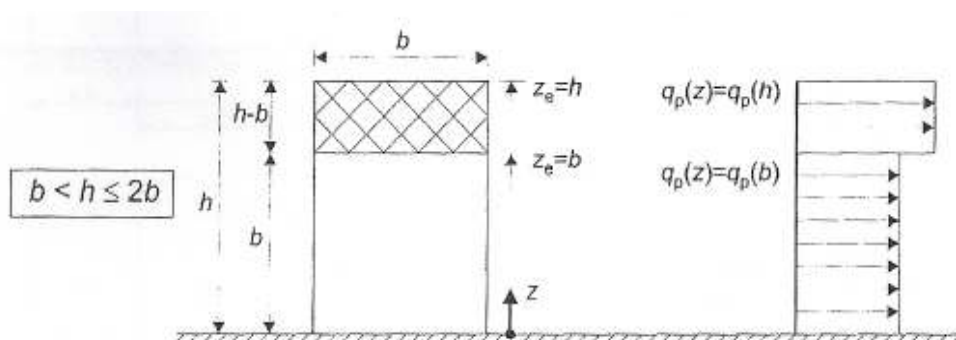
3.2.2.3.2.2 Porazdelitev zunanje tlaka vetra na navpične stene v smeri y

Pogoj za določitev načina porazdelitve:

$$h = 21,42 \text{ m}; b = 18 \text{ m}$$

$$b \leq h \leq 2b \rightarrow 18,0 \text{ m} \leq 21,42 \text{ m} \leq 36,0 \text{ m}$$

Pogoj je izpolnjen zato privzamemo drugi način in temu primerno so porazdelitve sil sledeče:



Slika: Referenčne višine z_e v odvisnosti od h, b in profila tlakov vetra;

(SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005; str.: 30; poglavje 7.2.2.; točka: 1; slika:7.4.).

Obtežba vetra v obeh conah:

$$q_p(z) = q_p(h) = C_e(h) * q_p = 2,9 * 250 \text{ N/m}^2 = 725 \text{ N/m}^2$$

$$q_p(z_b) = q_p(b) = C_e(b) * q_p = 2,7 * 250 \text{ N/m}^2 = 675 \text{ N/m}^2$$

3.2.2.4 Notranji zračni tlak

Zračni tlak na notranjo ploskev objekta se izračuna kot:

$$W_i = q_p(z_i) * C_{pi}$$

en. 8

W_i - zračni tlak na notranje ploskve objekta, ($\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$)

$q_p(z_i)$ - največji tlak pri sunkih vetra, ($\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$)

z_i - referenčna višina za notranji tlak

C_{pi} - koeficient notranjega tlaka, (koeficient)

3.2.2.4.1 Koeficient notranjega zračnega tlaka.

Pri določanju koeficientov notranjega zračnega tlaka v objektu je na razpolago več načinov. Ti načini vključujejo veliko mero geometrijskih lastnosti objekta, katere so mišljene kot, velikost in razporeditev odprtin po ovoju stavbe, razmerja odprtin na zavetrni in vetrni strani objekta, razmerje površin in površin odprtin in podobno. Pri obravnavanemu objektu se notranji tlaki določajo na podlagi, [22], ki govori, da v primeru, kjer ni smiselno določiti deleža odprtin μ se upošteva za koeficient notranjega zračnega tlaka C_{pi} naslednje predpisane vrednosti:

$$C_{pi} = 0,2$$

$$C_{pi} = -0,3$$

3.2.2.5 Izračun zračnih tlakov

3.2.2.5.1 Izračun zunanjih vetrnih tlakov

Izračun zunanjih tlakov v smeri x je prikazan v preglednici 6 v točki 3.3.5.3.1. Pod stolpcem $C_{pe,10}$ se nahajajo koeficienti zunanjih tlakov z potrebnimi iteracijami za upoštevanje nepopolnost zvez za sočasne tlake vetra na privetrni in zavetrni strani pod oznako K in iteracijo med koeficienti področja stene, za pripadajočo cono, če so te seveda potrebne. Zunanje tlaki pa se nahajajo pod stolpcem W_e , medtem ko je izbran tlak za pripadajočo cono izbran pod oznako Max. Izračun zunanjih tlakov v smeri y je prikazan v preglednici 7: v točki 3.3.5.3.2, kjer so količine označene identično kot za smer x.

3.2.2.5.2 Izračun notranjih zračnih tlakov

Notranji zračni tlaki se izračunajo na spodaj prikazan način. Vrednosti so uporabljene v preglednici 6 in 7. Pod točkama 3.2.2.5.3.1 in 3.2.2.5.3.2 pod oznako: $W_{i,1}$ in $W_{i,2}$.

$$W_{e,1} = q_p(21,42 \text{ m}) * C_{pe,1} = 725 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} * 0,2 = 145 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$W_{e,2} = q_p(21,42 \text{ m}) * C_{pe,2} = 725 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} * -0,3 = -218 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

3.2.2.5.3 Kombinacija notranjih in zunanjih tlakov vetra za navpične stene

Kombinacije notranjih in zunanjih tlakov vetra so zaradi večje preglednosti prikazane v preglednicah 6 in 7 v naslednjih dveh poglavjih.

3.2.2.5.3.1 Kombinacija notranjih in zunanjih tlakov vetra v smeri x

V tem poglavju so zajeti in prikazani dobljeni zunanji in notranji tlaki na vertikalno steno v smeri x obravnavanega objekta iz prejšnjih poglavij. Prikazana je medsebojna kombinacija obeh tlakov v conah iz katerih dobimo kombinirane vetrne tlake, ki se jih obravnava kot obtežba na stebrih pri notranjih, zunanjih ter povezni okvirjih.

Preglednica 6: Kombinacije notranjih in zunanjih tlakov vetra za navpične stene v smeri x.

Kombinacije notranjih in zunanjih tlakov vetra za navpične stene v smeri x													
Koeficienti:						qp(z):	Sile tlaka (N/m ²):			Kombinacije (N/m ²):			
Cona:	h/d=1:	h/d=1.19:	K:	Cpe,10,i:	Cpi,i:		We:	Wi,i:		kom,i:		Max:	
					1:			2:	1:	2:	1:		2:
A:	-1.2	-1.2	/	-1.2	0.2	-0.3	725	-870	145	-218	-1015.0	-653.0	-1015
B:	-0.8	-0.8	/	-0.8	0.2	-0.3		-580	145	-218	-725.0	-363.0	-725.0
C:	/	/	/	/	0.2	-0.3		/	/	/	/	/	/
D:	0.8	0.8	0.86	0.6857	0.2	-0.3		497	145	-218	352.1.0	714.6	714.6
E:	-0.5	-0.51	0.86	-0.4367	0.2	-0.3		-317	145	-218	-462.0	-99.1	-462.0

Opombe:

- h/d: koeficient področja stene
- K: koeficient nepopolnosti za sočasnost tlakov na privetni in zavetrni strani objekta
- Epe,10,i: koeficient zunanjega tlaka na steno
- Cpi,1: koeficient notranjega tlaka na steno - tlak
- Cpi,2: koeficient notranjega tlaka na steno - podtlak
- qp(z): - tlak ki nastane ob sunku vetra (N/m²)
- We: zunanja sila vetra na steno (N/m²)
- Wi,i: notranja sila vetra na steno tlak in podtlak (N/m²)
- kom.1 & kom.2.: komb. We z Wi,1 in Wi,2
- Max: največja vrednost sile vetra na steno (N/m²)

3.2.2.5.3.2 Kombinacija notranjih in zunanjih tlakov vetra v smeri y

V tem poglavju so zajeti in prikazani dobljeni zunanji in notranji tlaki na steno v smeri y obravnavanega objekta iz prejšnjih poglavij. Prikazana je medsebojna kombinacija obeh tlakov iz katerih dobimo kombinirane vetrne tlake, ki se jih obravnava kot obtežba na stebrih pri notranjih, zunanjih in povezanih okvirjih.

Preglednica 7: Kombinacije notranjih in zunanjih tlakov vetra za navpične stene v smeri y.

Kombinacije notranjih in zunanjih tlakov vetra za navpične stene v smeri y:													
Koeficienti:							qp(z):	Sile tlaka (N/m ²):			Kombinacije (N/m ²):		
Cona:	h/d=1:	h/d,i=0.7916:	K:	Cpe,10:	Cpi,i:			We,i:	Wi,i:		kom,i:		Max:
					1:	2:			1:	2:	1:	2:	
A:	-1.2	-1.2	/	-1.2	0.2	-0.3	725	-870	145	-218	-1015	-653	-1015
B:	-0.8	-0.8	/	-0.8	0.2	-0.3		-580	145	-218	-725	-363	-725
C:	-0.5	-0.5	/	-0.5	0.2	-0.3		-363	145	-218	-508	-145	-508
D (h):	0.8	0.8	0.86	0.6857	0.2	-0.3		497	145	-218	352.1	714.6	714.6
D(b):	0.8	0.8	0.86	0.6857	0.2	-0.3	625	429	145	-218	283.6	646.1	646.1
E	-0.5	-0.44	0.86	-0.3805	0.2	-0.3	725	-276	145	-218	-421	-58.4	-421

Opombe:

- h/d: koeficient področja stene
- K: koeficient nepopolnosti za sočasnost tlakov na privetni in zavetrni strani objekta
- Epe,10,i: koeficient zunanjega tlaka na steno
- Cpi,1: koeficient notranjega tlaka na steno – tlak
- Cpi,2: koeficient notranjega tlaka na steno - podtlak
- qp(z): tlak ki nastane ob sunku vetra (N/m²)
- We,i: - površinska zunanja sila vetra na steno (N/m²)
- Wi,i: površinska notranja sila vetra na steno tlak in podtlak (N/m²)
- kom.1 & kom.2.: - komb. We z Wi,1 in Wi,2
- Max: največja vrednost sile vetra na steno (N/m²)

V privetni coni D sta prikazane dve obtežbe vetra, katere se nahajata v točki 3.2.2.3.2.2. Razlog za to je v razporeditvi vetrnega zunanjega tlaka na privetno stran obravnavanega objekta.

Prikaz izračuna primera kombiniranja vetra v coni D.

Koeficienti področja stene:

$$\frac{h}{d} = 1 \rightarrow C_{pe,10,D} = 0,8 \quad \frac{h}{d} = 1,19 \rightarrow C_{pe,10,D} = 0,8$$

$$\frac{h}{d} \leq 1 \rightarrow K = 0,85 \quad \frac{h}{d} \geq 5 \rightarrow K = 1$$

$$\frac{h}{d} = 1,19 \rightarrow K = 0,85 + \frac{(1 - 0,85) * (1,19 - 1,0)}{(5 - 1)} = 0,85 + \frac{0,15 * 0,19}{4}$$

Koeficient nepopolnosti za sočasnost tlakov na privetni in zavetrni strani objekta:

$$K = 0,85 + 0,007125 = 0,857125$$

Koeficient zunanjšega vetrnega tlaka:

$$C_{pe,10,D} = 0,8 * 0,857125 = 0,6857$$

Zunanja sila vetra na cono D:

$$W_{e,D} = q_p(21,42 \text{ m}) * C_{pe,1} = 725 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} * 0,6857 = 497,1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Notranje sile vetra:

$$W_{i,1} = q_p(21,42 \text{ m}) * C_{pe,1} = 725 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} * 0,2 = 145 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$W_{i,2} = q_p(21,42 \text{ m}) * C_{pe,2} = 700 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} * -0,3 = -217,5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Kombiniranje notranjih in zunanjih sil vetra:

$$kom_1 = 497,1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} - 145 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 352,1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$kom_2 = 497,1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} - 217,5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 279,6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

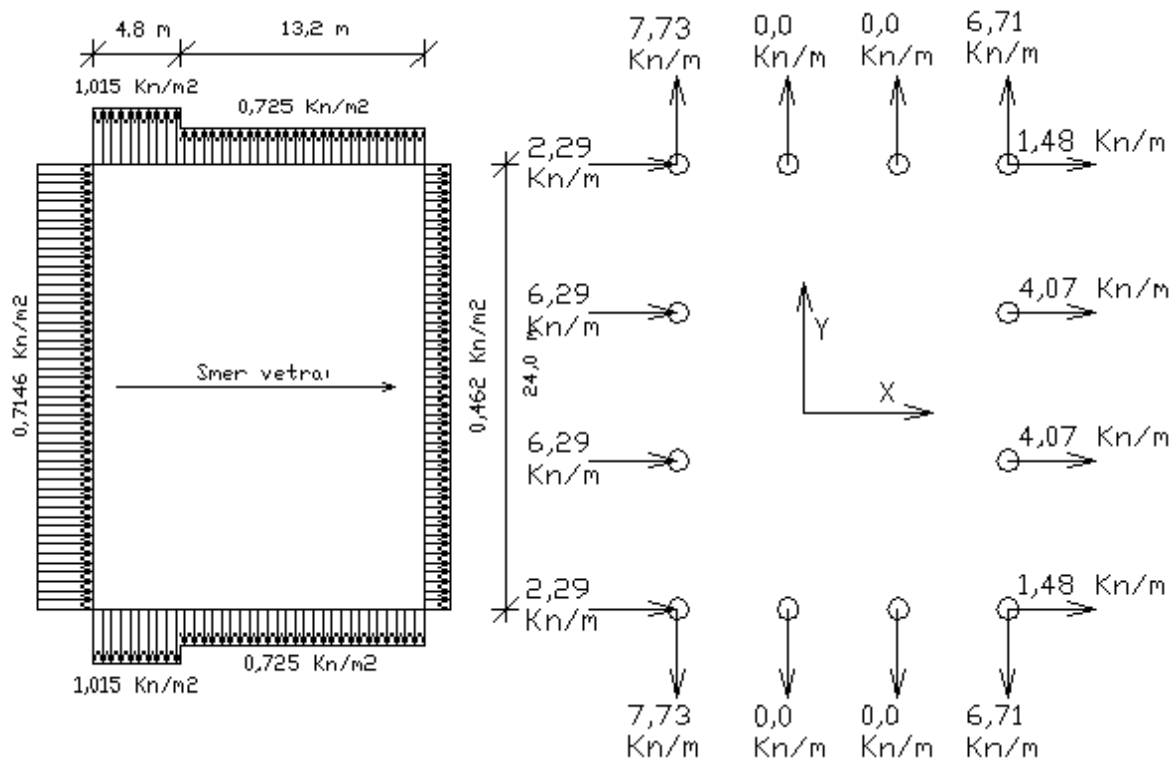
Maksimalna vrednost:

$$\text{Max} = \max \left(352,1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}; 279,6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right) = 352,1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

3.2.2.5.4 Obtežbe vetrnih tlakov na vertikalne stene oziroma stebre

3.2.2.5.4.1 Obtežbe vetrnih tlakov na vertikalne stene oziroma stebre v smeri x

Na spodnji sliki je prikazan vpliv horizontalne obtežbe vetra na stene v smeri x in vpliv teh obremenitev na stebre. Prikazane vrednosti se bodo uporabile v statični analizi.

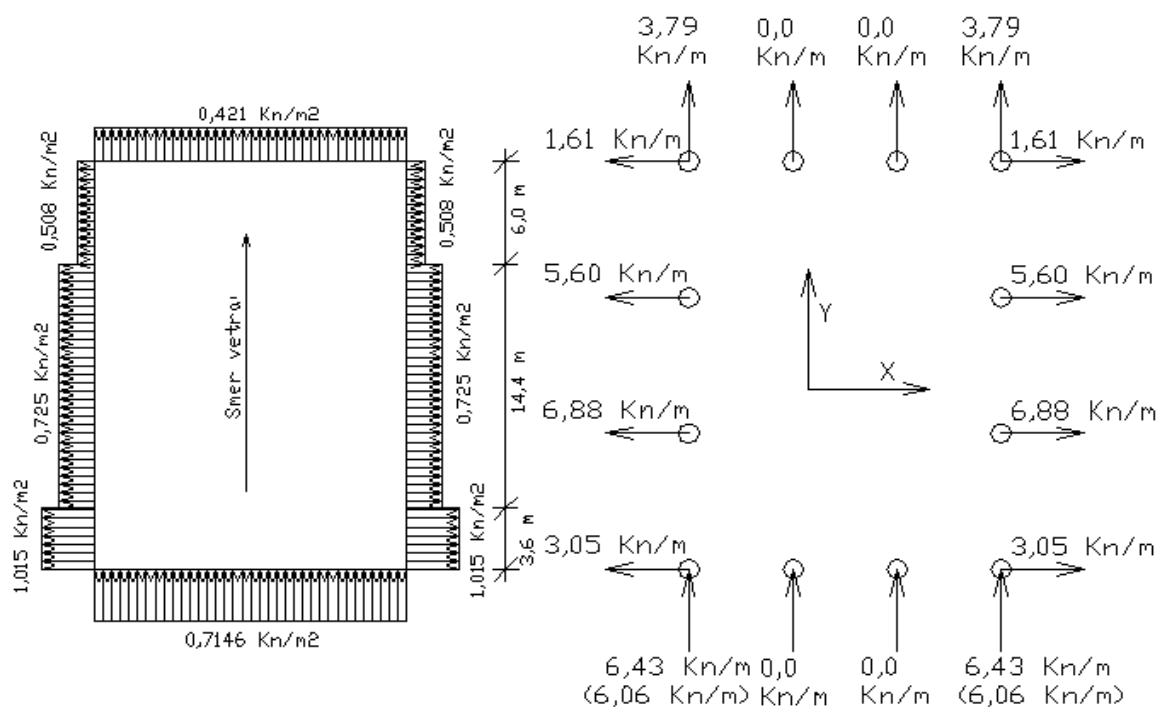


Slika 11: Prikaz kombiniranih vetrnih tlakov in njihovih vplivov na stebre v x smeri obravnavanega objekta.

Iz slike je razvidno, da so na vetrni in zavetrni strani objekta v smeri x vsi stebri obremenjeni, medtem ko sta na bočni strani objekta glede na veter v smeri y obremenjena le po dva stebra od štirih. Razlog za to je, da obtežbo vetra v smeri y, ki predstavlja horizontalno obtežbo prevzemata le povezna okvirja.

3.2.2.5.4.2 Obtežbe vetrnih tlakov na vertikalne stene oziroma stebre v smeri y

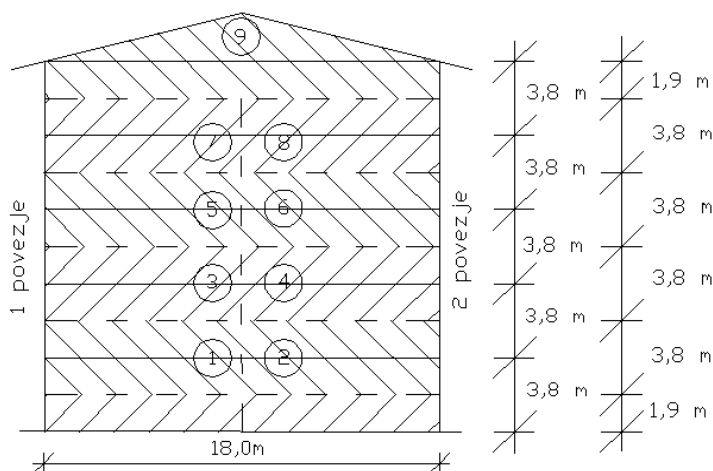
Na spodnji sliki je prikazan vpliv horizontalne obtežbe vetra na stene v smeri y in vpliv teh obremenitev na stebre. Prikazane vrednosti se bodo uporabile v statični analizi. V smeri y se pojavljajo dve vrednosti obtežbe na stebre. V točki 3.2.2.3.2.2 se porazdelitev vetra v smeri y deli na dve cone. Prva cona zavzema območje med višino 0,0 m - 18,0 m z vrednostjo v oklepajih, medtem ko drugo območje zavzema višino nad 18,0 m, ter zavzema vrednost, ki je izven oklepajev.



Slika 12: Prikaz kombiniranih vetrnih tlakov in njihovih vplivov na stebre v smeri y obravnavanega objekta.

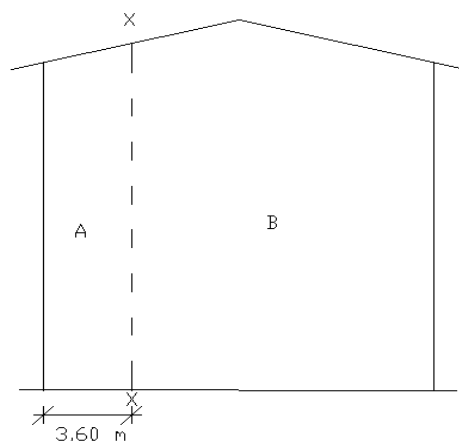
3.2.2.5.5 Razporeditev con za obtežbe vetra na povezje in zatege na strehi

Spodaj prikazana slika prikazuje razporeditev ploščin po conah, katere prispevajo sile vetra v x in y smeri na 1. in 2. povezje po štirih nadstropjih. Cona 9 predstavlja ploščine, po kateri izračunamo sile za potrebe dimenzioniranje zavetrovanja v ravnini strehe.



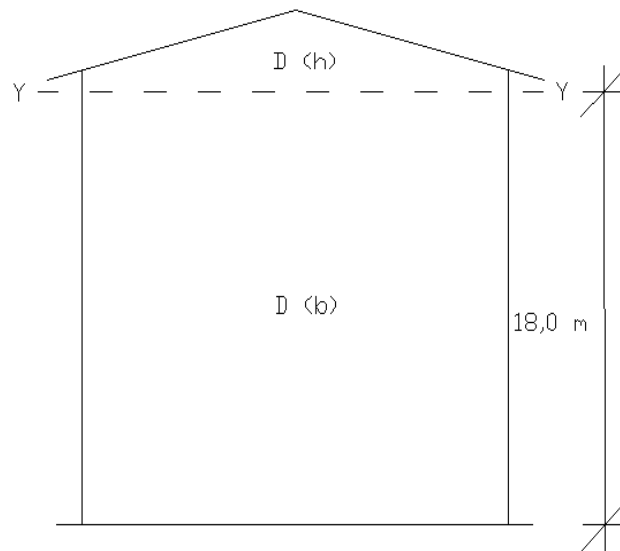
Slika 13: Cone prečne stranice objekta.

V smeri vetra x se stranica objekta dodatno razdeli na cono A in cono B, kot prikazuje spodnja slika.



Slika 14: Coni tlaka na prečne stranice objekta za veter v smeri x

V smeri vetra y se cona D dodatno razdeli po višini na dve cone pod in nad višino 18,0 m, kot prikazuje spodnja slika.



Slika 15: Coni tlaka na prečne stranice objekta za veter v smeri y .

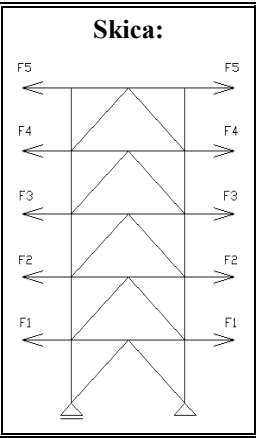
3.2.2.5.5.1 Obtežbe tlakov vetra v smeri x in y za dimenzioniranje povezja

X smer:

Obtežbe vertikalnih tlakov vetra v x smeri povzročajo obremenitve na povezni okvir, ki so navedene v spodnji preglednici. Z kombiniranim notranjim in zunanjim tlakom v coni A z podtlakom -1015 N/m^2 in coni B z podtlakom -725 N/m^2 nastaja srk na obravnavanih straneh objekta.

Preglednica 8: Točkovne sile na poveze vetra v smeri x.

Točkovne sile vetra v smeri x na povezje				Skica:
Nadstropje:	i:	Sile (kN):		
		1 povezje:	2 povezje:	
		1.	25,50	29,38
2.	25,50	29,38		
3.	25,50	29,38		
4.	25,50	29,38		
5.	0.00	0.00		

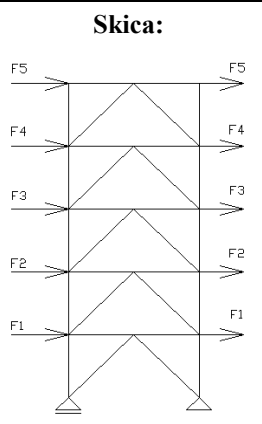


Y smer:

Obtežbe vertikalnih tlakov vetra v x smeri povzročajo obremenitve na povezni okvir, ki so navedene v spodnji preglednici. Z kombiniranim notranjim in zunanjim tlakom v privetрни coni D veter povzroča tlak $714,6 \text{ N/m}^2$ do $18,0 \text{ m}$ višine objekta, medtem ko v preostali višini deluje z tlakom $636,1 \text{ N/m}^2$ na obravnavanih straneh.

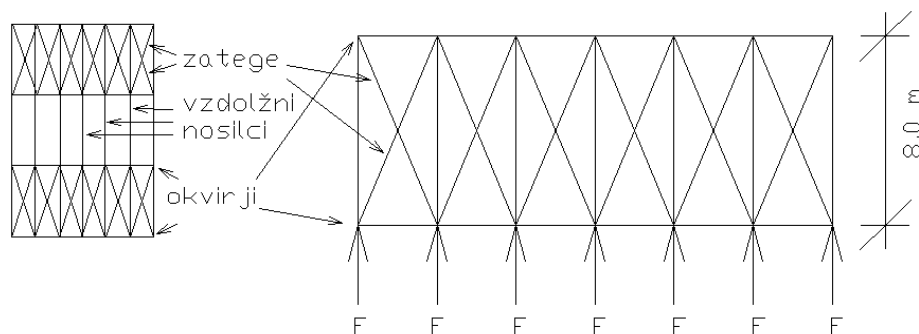
Preglednica 9: Točkovne sile na povezje vetra v smeri y.

Točkovne sile vetra v smeri y na povezje				Skica:
Nadstropje:	i:	Sile (kN):		
		1 povezje:	2 povezje:	
		1.	23,03	14,40
2.	23,03	14,40		
3.	23,03	14,40		
4.	23,03	14,40		
5.	0.00	0.00		



3.2.2.5.5.2 Obtežbe tlakov vetra za dimenzioniranje zateg na strehi

Objekt ima na krajnih delih strehe šest križnih povezij katere služijo zavetrovanju strešne konstrukcije proti vetrni obtežbi. Sila F , ki ponazarja tlak vetra se izračuna z delitvijo sile vetra ki vpliva na ploskev 9, glej: *Slika 13*: Cone prečne stranice objekta, z sedem.



Slika 16: Pozicija zateg in sil F .

X smer:

Veter v smeri x povzroča na coni 9 iz slike 13 silo 43,1744 kN pritiska. Sila F , ki deluje na streho in je prikazana na sliki 16 in je enaka 6,168 kN.

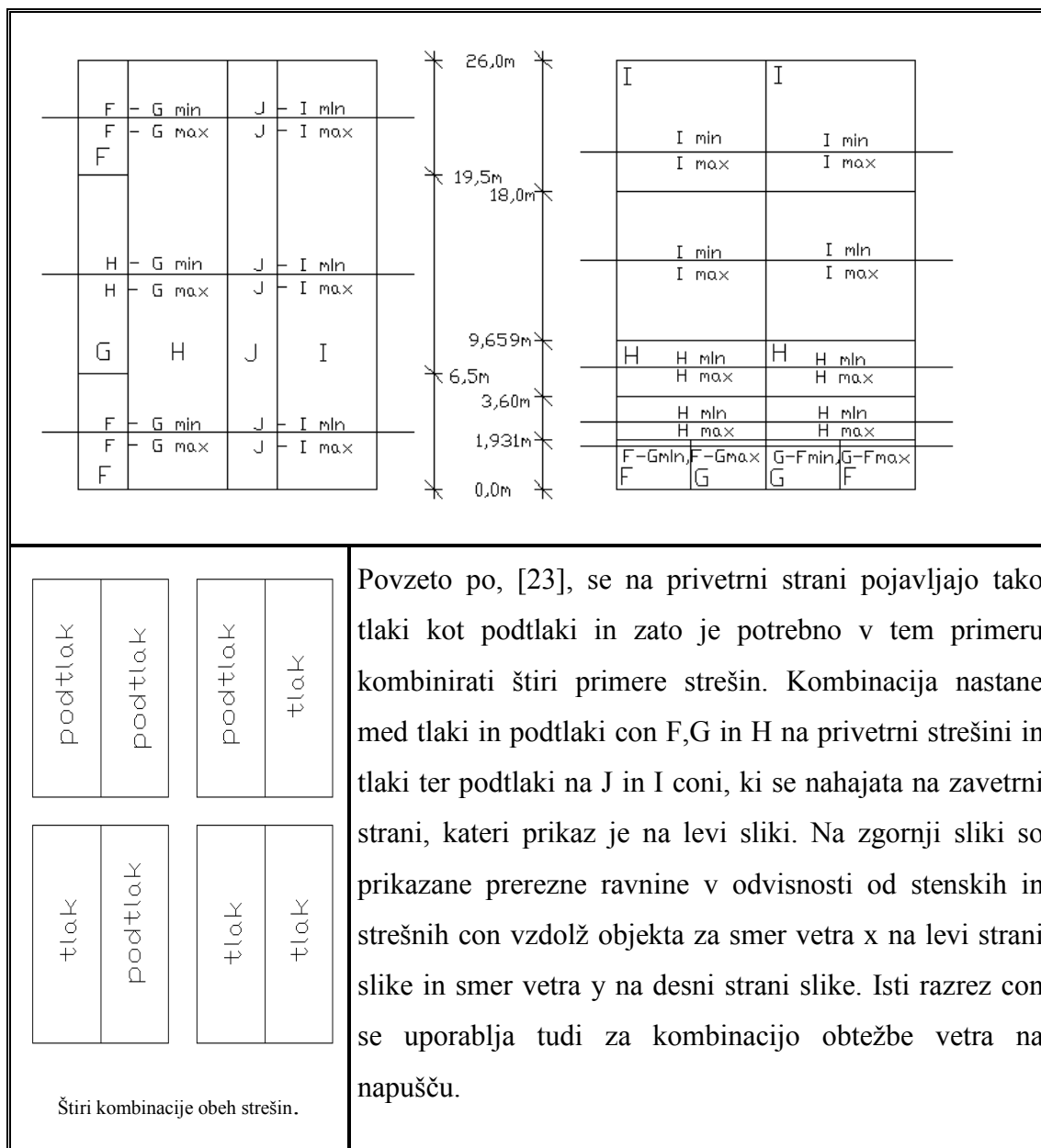
X smer:

Veter v smeri y povzroča na coni 9 iz slike št.: 6., silo 29,409 kN pritiska. Sila F , ki deluje na streho in je prikazana na sliki št.: 9. je enaka 4,201 kN.

3.2.2.5.6 Vetrni tlaki na strehi

Pri obravnavanju strehe je potrebno strešino obravnavati kot celotno površino ki se nahaja nad tlorisom objekta z pribitki napuščev na vseh treh straneh.

Preglednica 10: Prerezne ravnine in kombinacije na strešinah.



3.2.2.5.6.1 Analiza vetra na strehi v smeri x

Postopek analize vetra v x smeri poteka po naslednjih točkah:

1.) Razdelitev obeh strešin na cone in določitev njihovih dimenzij

Obe strešine z upoštevanjem napuščev razdelimo na območja z pripadajočimi dimenzijami. Potek razdelitve strešin je prikazan v točki 3.2.2.5.6.1.1.

2.) Določitev zunanjih koeficientov in zunanje obtežbe vetra po pripadajočih conah

Določitev koeficientov zunanjega tlaka za dvokapno streho se izvede po, [24]. Zunanji tlaka po pripadajočih conah se izračuna po enačbi [25]. Nadaljnje je potrebno kombinirati notranje in zunanje tlake na strešinah v vsaki coni, da dobimo največji vpliv tlaka vetra v obravnavani coni. Potek določanja zunanjih in notranjih koeficientov ter njihova kombiniranje je prikazano v točki 3.2.2.5.6.1.2.

3.) Določitev prereznih ravnin

Za konstruiranje linijske obtežbe na strešnih prečkah v vzdolžni smeri objekta, potrebujemo definirati linijsko obtežbo, katera poteka vzdolž strešnih prečk. Le to se dobi tako, da prečno na strešne prečke prerežemo različne tipe con z tremi prereznimi ravninami, oziroma petimi, če upoštevamo še cone, ki nastanejo zaradi kombinacije napuščev. Z temi prereznimi ravninami se dokopljemo do linijskih obtežb prečk v prečni smeri strešine, ki so podprti v štirih točkah. Reakcije teh prečk v prečni smeri strešine, nam dajo linijsko obtežbo za osem strešnih prečk v petih natančno določenih conah na vzdolžnem nosilcu. Le te nato uporabimo za konstruiranje linijske obtežbe vzdolž vsakega od osmih strešnih prečk. V primeru ko veter piha v x smeri, oziroma prečno na objekt, vplivi, ki z tem nastajajo niso simetrični na obeh strešinah, zato moramo obravnavati vseh osem strešnih prečk.. Potek določitev prereznih ravnin je prikazan v točki: 3.2.2.5.6.1.3.

4.) Upoštevanje napušča v cona ena in dve

V odvisnosti od obravnavane smeri vetra se na napušču pojavljajo srki ali tlaki. V obravnavanem primeru cona ena predstavlja napušč na privetni strani strehe. Medtem ko cona dve predstavlja napušč na zavetni strani strehe. Potek kombiniranja tlakov med conami vertikalnih sten in streh za potrebe določanja tlaka na napušču je prikazan v točki: 3.2.2.5.6.1.5. in 3.2.2.5.6.1.6.

5.) Upoštevanje napušča v cona tri

Cona tri predstavlja napušč na obeh bočnih straneh strehe obravnavanega objekta glede na smer vetra. Potek določanja tlaka na bočnem napušču je prikazan v točki: 3.2.2.5.6.1.7.

6.) Konstruiranje linijske obtežbe za potrebe dimenzioniranja strešnih prečk

Konstruiranje linijske obtežbe na strešnih prečkah poteka na podlagi linijskih obtežb dobljenih iz točke 3, oziroma točke: 3.2.2.5.6.1.3. Upoštevati je potrebno točko 4 oziroma 3.2.2.5.6.1.5. in 3.2.2.5.6.1.6. z napuščem v cona ena in dve, ter točko 5 oziroma točko 3.2.2.5.6.1.7, ki upošteva tretjo cono, ki vpliva na krajišča strešnih prečk št.1 - 8, v izmeri enega metra, kot ga veleva dolžina napušča.

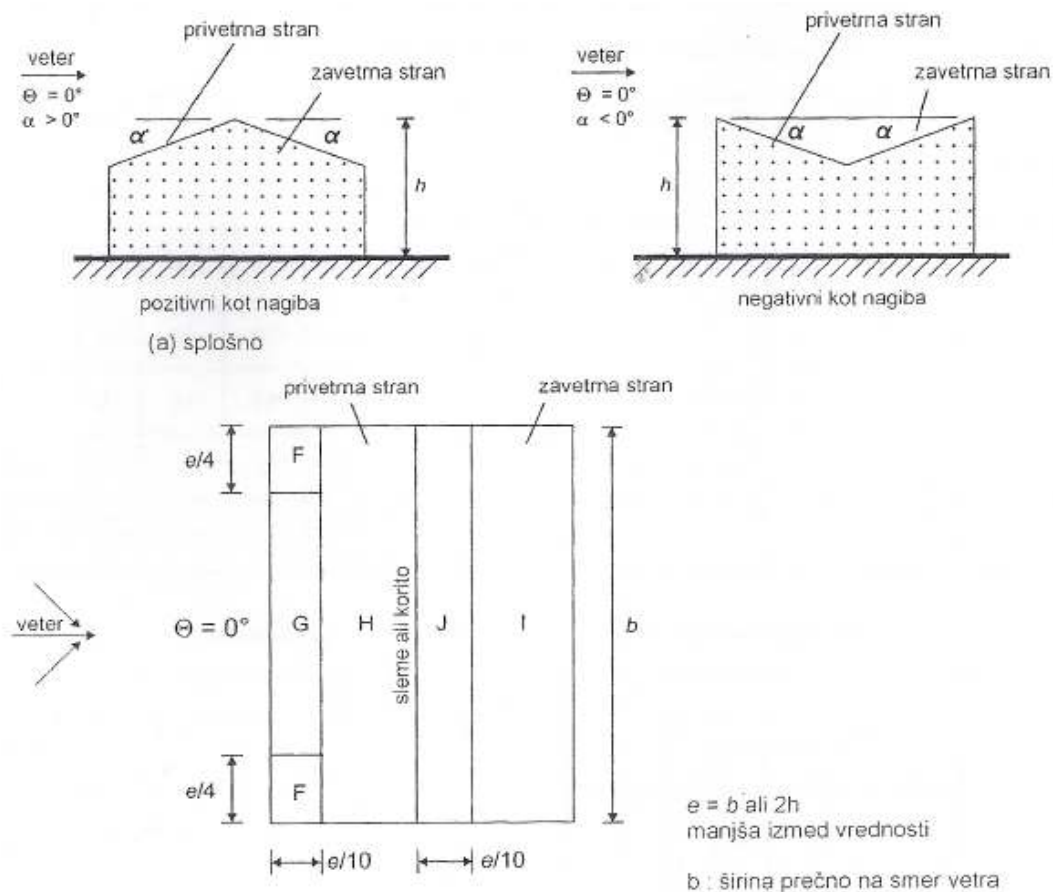
Linijska obtežba za vzdolžne prečke je prikazana v točki: 3.2.2.5.6.1.8.

7.) Vpliv obtežbe kombiniranega notranjega in zunanjega tlaka na okvirje z centričnimi v povezji

Vsak strešni prečki je podprt na štirih točkah, ki predstavljajo okvirje z centričnimi V povezji. Reakcije teh podpor oziroma vpliv obtežb, ki se nahajajo na strešnih prečkah se prenese na notranje in zunanje okvirje z centričnimi V povezji. Vpliv obtežbe vetra na okvirje z centričnimi V povezji je prikazan v točki: 3.2.2.5.6.1.9.

3.2.2.5.6.1.1 Razdelitev obeh strešin na cone in določitev njihovih dimenzij

Streho sestavljata dve strešini z pripadajočimi napušči. Skupno tlorisno površino teh površin se razdeli na cone kot prikazuje spodnja slika.



Slika: Razdelitev dvokapnice na področja;

(SIST EN 1991 – 1 - 4 : 2005; str.:36.; poglavje: 7.2.5.; slika: 7.8.).

Kalkulacije:

$$b = 26,0 \text{ m}$$

$$h = 21,42 \text{ m}$$

$$e = \min(b, 2 * h) = \min(26,0 \text{ m}, 21,42 \text{ m}) = 26,0 \text{ m}$$

$$\frac{e}{4} = \frac{26,0}{4} = 6,5 \text{ m}$$

$$\frac{e}{10} = \frac{26,0}{10} = 2,6 \text{ m}$$

3.2.2.5.6.1.2 Določitev zunanjih koeficientov in zunanje obtežbe vetra v conah

V zgornjem delu spodnje preglednice so prikazane cone in njihovi koeficienti zunanjega tlaka, medtem ko so v spodnjem delu preglednice prikazane cone in pripadajoči zunanji tlaki vetra na ploskev.

Preglednica 11: Zunanji koeficient vetra in tlak vetra na ploskev.

Zunanji koeficient vetra in tlak vetra na ploskev					
Zunanji koeficienti vetra na ploskev C_{pe}					
Cona:	F:	G:	H:	I:	J:
koeficient:	-0.9	-0.8	-0.5	-0.4	-1
	0.2	0.2	0.2	0	0
Tlak vetra na zunanje ploskve W_e:					
Cona:	F:	G:	H:	I:	J:
tlak vetra:	-0.6525	-0.58	-0.3625	-0.29	-0.725
	0.145	0.145	0.145	0	0
Opombe:					
1.) Enote so v kN/m ²			6.) Dvojni koeficienti nastopajo		
2.) $W_e = qp(z) * C_{pe}$			zato, ker se lahko pojavijo tlaki in		
3.) C_{pe} : zunanji koeficient tlaka			podtlaki v obravnavani coni.		
4.) W_e : tlak vetra na zunanjo ploskev					
5.) $qp(z) = 725 \text{ kN/m}^2$					

Spodnja preglednica prikazuje notranje in zunanje koeficiente tlaka C_{pi} in C_{pe} , pomnožene z največjim tlakom vetra $qp_{(z)}$, ki nastane pri največjem sunku vetra. Izračunane so vrednosti minimalnega $W_{i,1}$, in maksimalnega $W_{i,2}$ notranjega tlaka in zunanji tlak vetra na ploskev W_e . Nadaljno so bili kombinirani minimalni in maksimalni notranji tlak na ploskev z zunanjim tlakom na ploskev kom_1 in kom_2 . Največja vrednost izmed teh dveh kombinacij, pa se privzame za maksimum kot Max in se jo uporabi kot merodajno obremenitev v pripadajoči coni.

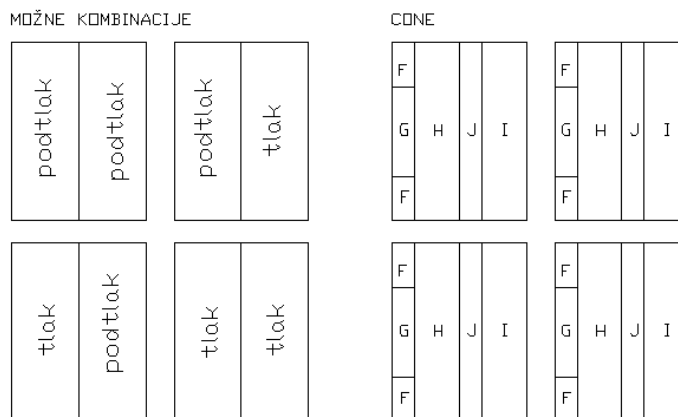
Preglednica 12: Kombinacija notranjih in zunanjih tlakov vetra za streho v smeri x.

Kombinacije notranjih in zunanjih tlakov vetra za streho v smeri x										$\Theta=0$
Koeficienti:				DP(z) :	Sile tlaka (N/m ²):			Kombinacije (N/m ²):		
Cona (i):	Cpe,10,i:	Cpi,1:	Cpi,2:		We,i:	Wi,1	Wi,2:	kom.1:	kom.2:	Max:
F:	-0.9	0.2	-0.3	725.0	-652.5	145	-217.5	-797.5	-435.0	-797.5
	0.2				145	145	-217.5	0.0	362.5	362.5
G:	-0.8				-580	145	-217.5	-72.0	-362.5	-725.0
	0.2				145	145	-217.5	0.0	362.5	362.5
H:	-0.5				-362.5	145	-217.5	-507.5	-145.0	-507.5
	0.2				145	145	-217.5	0.0	362.5	362.5
I:	-0.4				-290	145	-217.5	-435.0	-72.5	-435.0
	0.0				0	145	-217.5	-145.0	217.5	217.5
J:	-1.0	-725	145	-217.5	-870.0	-507.5	-870.0			
	0.0	0	145	-217.5	-145.0	217.5	217.5			

Opombe:

- Cpe,10,i: koeficient zunanjega tlaka na steno
- Cpi,1: koeficient notranjega tlaka na steno - tlak
- Cpi,2: koeficient notranjega tlaka na steno - podtlak
- qp(z): tlak ki nastane ob sunku vetra (N/m²)
- We,i: zunanja sila vetra na steno (N/m²)
- Wi,i: notranja sila vetra na steno -tlak in podtlak (N/m²)
- kom.1 & kom.2.: - kombinacija We,i, z Wi,1 in Wi,2
- Max: največja vrednost sile vetra na steno (N/m²)

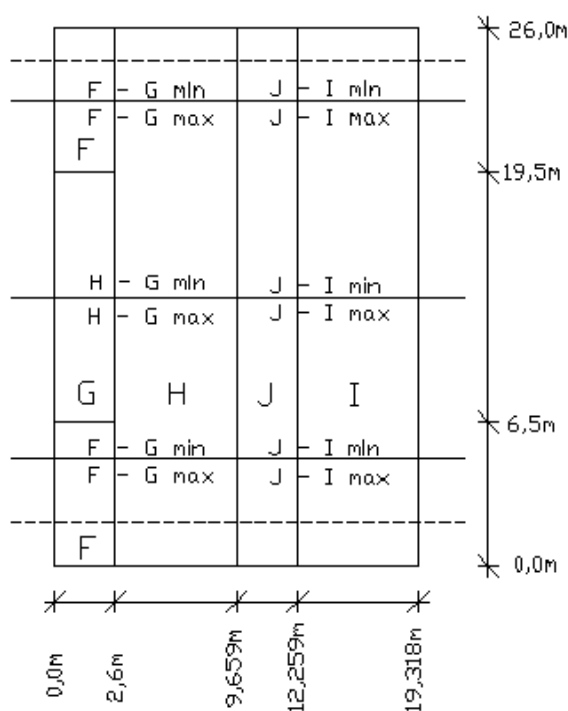
V zgornji preglednici opazimo dvojne koeficiente zunanjih tlakov v posamezni coni. Po standardu, [23], je potrebno kombinirati strešine, ker se pojavljajo tako tlaki kot podtlaki v conah strešin. V tem primeru je potrebno kombinirati štiri primere strešin. Kombinacije nastanejo med tlaki in podtlaki con F,G in H na privetni strani in tlaki ter podtlaki na J in I coni, na zavetrni strani, kateri je prikazan na spodnji sliki. Strešine se kombinirajo med seboj tako, da vse cone na eni strešini vsebujejo isti predznak bodisi tlak ali srk.



Slika 17: Prikaz kombinacij strešin.

3.2.2.5.6.1.3 Določitev prereznih ravnin

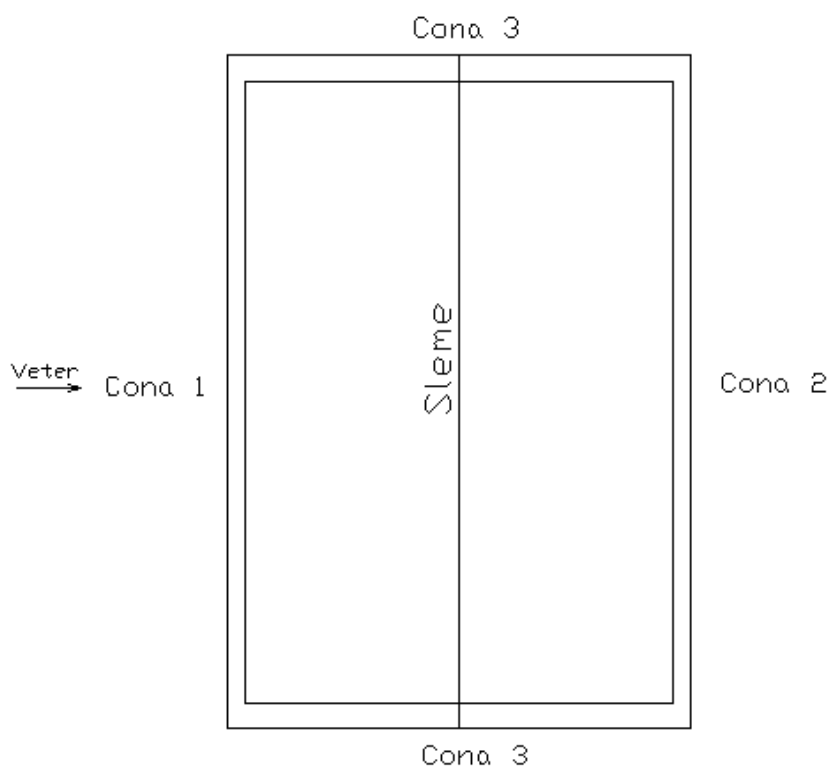
Na spodnji sliki so prikazane cone strehe. Na privetni strani se nahajajo cone F, G in H, medtem ko se na zavetni strešini nahajata coni J in I. Prerezne ravnine potekajo skozi cone kot je prikazano na spodnji sliki. Le te potrebujemo za določanje linijske obtežbe vzdolžnih nosilcev in kombiniranje tlaka na napušču med vertikalno steno in streho. Dve prerezne ravnine, ki sta vrisane črtkano v sliki se uporabita za upoštevanja napuščev na krajiščih vzdolžnih nosilcev št 1 – 8 v dolžini enega metra. Ostale tri pa so uporabljene za štiri kombinacije strešin.



Slika 18: Prerezne ravnine skozi veterne cone.

3.2.2.5.6.1.4 Upoštevanje napušča v conah

Napušči na obravnavanem objektu so razdeljeni v tri cone. Prva cona predstavlja napušč na privetni strani objekta za katere je značilno, da ima eno cono tlaka na vertikalni steni in tri cone na strehi. Cona dve se nahaja na zavetrni strani objekta in ima eno cono podtlaka ali srka na vertikalni steni in eno cono po celi vzdolžni dolžini objekta. Cona tri se nahaja na bočni strani glede na smer vetra in jo sestavljata dve cone srka na vertikalni steni in štiri cone na obeh strešinah strehe.



Slika 19: Razdelitev strehe na cone z napušči.

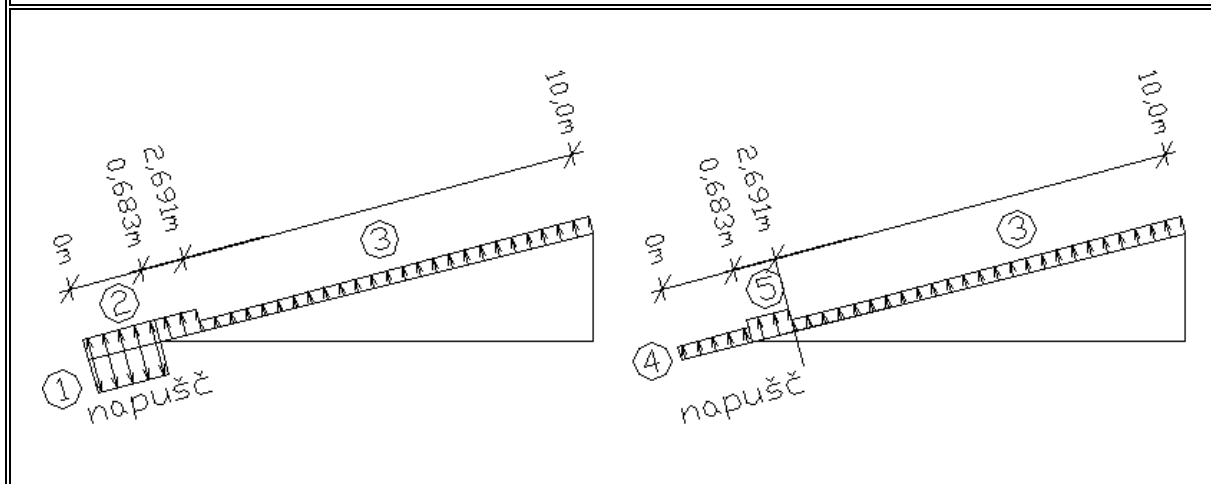
3.2.2.5.6.1.5 Upoštevanje napušča v coni ena

Spodnja preglednica podaja kombinirane vrednosti vetrnih tlakov na napušču za štiri cone v dveh kombinacijah min in max . Točka ena, dva in tri v preglednici podajajo vrednosti iz že izračunanih kombiniranih notranjih in zunanjih tlakov na steni ali strehi, medtem ko točka štiri podaja kombinirano vrednost na napušču v coni ena.

Preglednica 13: Prikaz kombiniranih vrednosti tlaka na napušče cone ena.

Prikaz kombiniranih vrednosti a tlaka na napušču cone ena					$\Theta = 0$
Cona:	1.	2.	3.	4.	5.
	0.0m - 0.683m	0.0m - 2.691m	2.691m - 10.0m	0.0m - 0.683m	0.683m - 2.691m
MIN:					
<i>F - H min: 0,0m - 1.0m:</i>	0.7146	-0.7975	-0.5075	1.5121	-0.7975
<i>F - H min: 1.00m - 6.5m:</i>	0.7146	-0.7975	-0.5075	1.5121	-0.7975
<i>G - H min: 6.5m - 19.5m:</i>	0.7146	-0.7250	-0.5075	1.4396	-0.7250
<i>F - H min: 19.5m - 25.0m:</i>	0.7146	-0.7975	-0.5075	1.5121	-0.7975
<i>F - H min: 25.0m - 26.0m:</i>	0.7146	-0.7975	-0.5075	1.5121	-0.7975
MAX:					
<i>F - H max: 0,0m - 1.0m:</i>	0.7146	0.3625	0.3625	0.3521	0.3625
<i>F - H max: 1.00m - 6.5m:</i>	0.7146	0.3620	0.3625	0.3526	0.3625
<i>G - H max: 6.5m - 19.5m:</i>	0.7146	0.3625	0.3625	0.3521	0.3625
<i>F - H max: 19.5m - 25.0m:</i>	0.7146	0.3625	0.3625	0.3521	0.3625
<i>F - H max: 25.0m - 26.0m:</i>	0.7146	0.3625	0.3625	0.3521	0.3625

Opombe: 1.) Vse enote so v kN/m. 2.) Preglednica obravnava privetno stran strešine. 3.) Cona 4 je kombinirana vrednost tlaka na napušču.



3.2.2.5.6.1.6 Upoštevanje napušča v coni dve

Cona dve predstavlja zavetrno stran strešine na objektu in z tem zunanji tlak vetra, ki ustvarja na površini vertikalne stene in napušča srk. Spodnja preglednica obravnava dve cone na strehi za dve kombinaciji, min in max, v treh prereznih ravninah za določitev tlaka na napušču. Točka ena, dva in tri v preglednici podajajo vrednosti iz že izračunanih kombiniranih notranjih in zunanjih tlakov na steni ali strehi, medtem ko točka štiri podaja kombinirano vrednost na napušču v coni dve.

Preglednica 14: Prikaz kombiniranih vrednosti tlaka na napušče cone dve.

Prikaz kombiniranih vrednosti tlaka na napušču cone 2					$\Theta = 0$
Cona:	1.	2.	3.	4.	5.
	0.0m - 0.683m	0.0m - 7.309m	7.309m - 10.0m	0.0m - 0.683m	0.683m - 7.309m
MIN:					
<i>J - I min: 0,0m - 26.0m:</i>	-0.4620	-0.4350	-0.8700	-0.0270	-0.4350
MAX:					
<i>J - I max: 0,0m - 26.0m:</i>	-0.4620	0.2175	0.2175	-0.6795	0.2175
Opombe:			2.) Preglednica obravnava zavetrno stran strešine.		
1.) Vse enote so v kN/m.			3.) Cona 4 je kombinirana vrednost tlaka na napušču.		

3.2.2.5.6.1.7 Upoštevanje napušča v coni tri

Cona tri predstavlja bočni strani objekta glede na smer vetra. Na obeh stranicah se nahajata dve cone tlaka na vertikalnih stenah in štiri cone na strehi. Točka ena in dva v preglednici podajajo vrednosti iz že izračunanih kombiniranih notranjih in zunanjih tlakov na vertikalni steni.

Preglednica 15: Prikaz vrednosti zunanjega tlaka vertikalne stene na napušču cone tri.

Prikaz vrednosti zunanjega tlaka vertikalne stene na napušču cone tri			$\Theta = 0$
Cona:	privetrna stran		zavetrna stran
	0.0m-5.652m	5.652m-10.0m	0.0m-10.0m
	1.	2.	
<i>F - H: 0,0m - 1.0m:</i>	-1.015	-0.725	
<i>F - H: 25.0m - 26.0m:</i>	-1.015	-0.725	
Opombe:			
1.) Vse enote so v kN/m.		2.) Obe stranice sta simetrične.	
		3.) Slika prikazuje tlake na napušču.	

3.2.2.5.6.1.8 Konstruiranje linijske obtežbe za potrebe dimenzioniranja strešnih prečk

Pri konstruiranju linijske obtežbe na strešni prečki moramo upoštevati vpliv napuščev v coni ena, dva in tri. Tako dobljeni vplivi so pripravljene za določanje vpliva obtežbe kombiniranega notranjega in zunanjega tlaka na okvirje z cetričnimi V povezji. Uporabi pa se jih tudi za dimenzioniranje samih strešnih prečk.

Preglednica 16: Vpliv tlaka na strešne prečke.

Vpliv tlaka na strešne prečke v kN/m										
Kombinacija min - min v smeri x						Kombinacija min - min v smeri x				
Strešna prečka št.:	Območje (m):					Območje (m):				
	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
	0 - 1	1 - 6.5	6.5 - 19.5	19.5 - 25.0	25.0 - 26.0	0 - 1	1 - 6.5	6.5 - 19.5	19.5 - 25.0	25.0 - 26.0
1.	-0.17	-1.51	-1.41	-1.51	-0.17	-0.17	-1.51	-1.41	-1.51	-0.17
2.	2.45	-2.38	-2.27	-2.38	2.45	2.45	-2.38	-2.27	-2.38	2.45
3.	1.06	-1.76	-1.78	-1.76	1.06	1.06	-1.76	-1.78	-1.76	1.06
4.	0.26	-0.69	-0.69	-0.69	0.26	0.26	-0.69	-0.69	-0.69	0.26
5.	-0.4	-1.19			-0.4	-0.4	-1.19			-0.4
6.	0.39	-2.27			0.39	0.39	-2.27			0.39
7.	1.24	-1.42			1.24	1.24	-1.42			1.24
8.	0.63	-0.33			0.63	0.63	-0.33			0.63
Kombinacija min - min v smeri x						Kombinacija min - min v smeri x				
Strešna prečka št.:	Območje (m):					Območje (m):				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	0 - 1	1 - 6.5	6.5 - 19.5	19.5 - 25.0	25.0 - 26.0	0 - 1	1 - 6.5	6.5 - 19.5	19.5 - 25.0	25.0 - 26.0
1.	-0.17	-1.51	-1.41	-1.51	-0.17	-0.17	-1.51	-1.41	-1.51	-0.17
2.	2.45	-2.38	-2.27	-2.38	2.45	2.45	-2.38	-2.27	-2.38	2.45
3.	1.06	-1.76	-1.78	-1.76	1.06	1.06	-1.76	-1.78	-1.76	1.06
4.	0.26	-0.69	-0.69	-0.69	0.26	0.26	-0.69	-0.69	-0.69	0.26
5.	-0.4	-1.19			-0.4	-0.4	-1.19			-0.4
6.	0.39	-2.27			0.39	0.39	-2.27			0.39
7.	1.24	-1.42			1.24	1.24	-1.42			1.24
8.	0.63	-0.33			0.63	0.63	-0.33			0.63

Slika: Cone vetnega tlaka na strešnih prečkah.

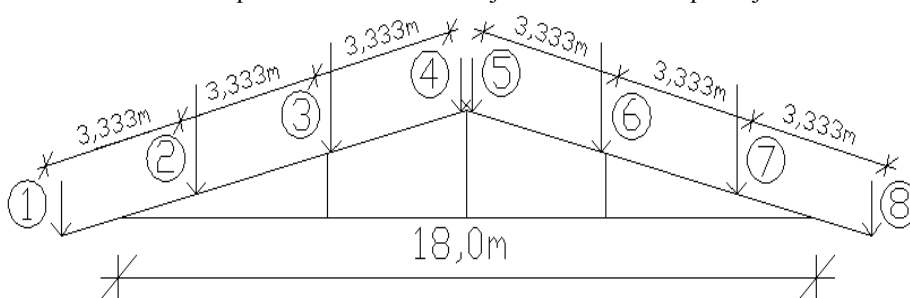
3.2.2.5.6.1.9 Vpliv tlaka vetra na okvirje z cetričnimi V povezji

Obtežba vetra iz strešnih prečk se prenaša na vse štiri okvirje, notranje in zunanje, vzdolž celotnega objekta v štirih stičiščih z okvirji. Vsak okvir podpira osem strešnih prečk. Te obremenitve so zbrane v spodnji preglednici in se jih uporabi kot obremenitev vetra na strehi pri notranjem in zunanem okviru z centričnimi V povezji za statično analizo.

Preglednica 17: Vpliv tlaka vetra na okvirje z cetričnimi V povezji.

Vpliv tlaka vetra na okvirje z centričnimi V povezji										
Strešna prečka št.:	Okvir:			Reakcije:		Okvir:			Reakcije:	
	Zun:	Notranji:	Zun:	Esa:	Zun:	Notranji:	Zun:	Esa:		
kombinacija min - min v smeri x					Kombinacija min -max v smeri x					
1.	-5.03	-12.61	-12.61	-5.03	-35.28	-5.03	-12.61	-12.61	-5.03	-35.28
2.	-5	-20.4	-20.4	-5	-50.79	-5	-20.4	-20.4	-5	-50.79
3.	-4.49	-15.7	-15.7	-4.49	-40.38	-4.49	-15.7	-15.7	-4.49	-40.38
4.	-1.93	-16.04	-16.04	-1.93	-16.04	-1.93	-16.04	-16.04	-1.93	-16.04
5.	-4.24	-10.44	-10.44	-4.24	-29.36	2.09	2.47	2.47	2.09	9.12
6.	-6.85	-20	-20	-6.85	-53.7	6.19	6.59	6.59	6.19	25.55
7.	-3.21	-12.59	-12.59	-3.21	-31.6	6.49	7.22	7.22	6.49	27.41
8.	-0.38	-2.95	-2.95	-0.38	-6.66	3.43	4.81	4.81	3.43	16.48
Kombinacija max - min v smeri x					Kombinacija max - max v smeri x					
1.	1.7	0.42	0.42	1.7	4.24	1.7	0.42	0.42	1.7	4.24
2.	9.4	10.62	10.62	9.4	40.04	9.4	10.62	10.62	9.4	40.04
3.	8.8	11.57	11.57	8.8	40.74	8.8	11.57	11.57	8.8	40.74
4.	3.07	4.12	4.12	3.07	14.38	3.07	4.12	4.12	3.07	14.38
5.	-4.24	-10.44	-10.44	-4.24	-29.36	2.09	2.47	2.47	2.09	9.12
6.	-6.85	-20	-20	-6.85	-53.7	6.19	6.59	6.59	6.19	25.55
7.	-3.21	-12.59	-12.59	-3.21	-31.6	6.49	7.22	7.22	6.49	27.41
8.	-0.38	-2.95	-2.95	-0.38	-6.66	3.43	4.81	4.81	3.43	16.48

Slika: Vpliv tlaka vetra na okvirje z centričnimi V povezji.



3.2.2.5.6.2 Analiza vetra na strehi v smeri y

Postopek analize vetra v y smeri poteka po naslednjih točkah:

1.) Razdelitev obeh strešin na cone in določitev njihovih dimenzij

Obe strešine z upoštevanjem napuščev razdelimo na območja z pripadajočimi dimenzijami. Potek razdelitve strešin je prikazan v točki: 3.2.2.5.6.2.1.

2.) Določitev zunanjih koeficientov in zunanje obtežbe vetra po pripadajočih conah

Določitev koeficientov zunanjega tlaka za dvokapno streho se izvede po, [24]. Zunanji tlaka po pripadajočih conah se izračuna po enačbi [25]. Nadaljnjo je potrebno kombinirati notranje in zunanje tlake pri vsaki coni, da dobimo največjo vpliv vetra v obravnavani coni. Potek določanja zunanjih in notranjih koeficientov ter njihova kombiniranje je prikazano v točki: 3.2.2.5.6.2.2.

3.) Določitev prereznih ravnin

Za konstruiranje linijske obtežbe na strešnih prečk v vzdolžni smeri objekta, potrebujemo definirati linijsko obtežbo, katera poteka vzdolž strešnih prečk. Le to dobimo tako, da prečno na strešne prečke prerežemo različne tipe con z tremi prereznimi ravninami, oziroma sedmimi, če upoštevamo še cone, ki nastanejo zaradi kombinacije napuščev. Z temi prereznimi ravninami se dokoplujemo do linijskih obtežb nosilcev v prečni smeri strešine, ki so podprti v štirih točkah. Reakcije teh prečk v prečni smeri strešine, nam dajo linijsko obtežbo za štiri strešne prečke v sedmih natančno določenih conah na prečki. Le te nato uporabimo za konstruiranje linijske obtežbe vzdolž vsakega od štirih strešnih prečk. V primeru ko veter piha v y smeri, oziroma vzdolž objekta, so vplivi ki z tem nastajajo simetrični, zato lahko obravnavamo štiri strešne prečke oziroma eno strešino. Potek določitev prereznih ravnin in je prikazan v točki: 3.2.2.5.6.2.3.

4.) Upoštevanje napušča v coni ena

V odvisnosti od obravnavane smeri vetra se na napušču pojavljajo srki ali tlaki. V obravnavanem primeru cona ena predstavlja napušč na bočnih straneh strehe vetra v smeri y, z srkom. Potek kombiniranja stenskih in strešnih tlakov za potrebe določanja tlaka na napušču je prikazan v točki: 3.2.2.5.6.2.5.

5.) Upoštevanje napušča v coni dve in tri

Cona dve predstavlja napušč na vetrni, medtem ko cona tri predstavlja napušč na zavetrni strani strehe obravnavanega objekta vetra v y smeri. Potek določanja tlaka na napušču je prikazan v točki: 3.2.2.5.6.2.6.

6.) Konstruiranje linijske obtežbe za potrebe dimenzioniranja strešnih prečk

Konstruiranje linijske obtežbe strešnih prečk poteka na podlagi linijskih obtežb dobljenih iz točke 3 , oziroma točke 3.2.2.5.6.2.3. Upoštevati je potrebno točko 4 oziroma 3.2.2.5.6.2.5 z napuščem v coni ena, ter točko 5 oziroma točko 3.2.2.5.6.2.6, ki upošteva cono dve in tri, ki vplivata na krajišča strešnih prečk v 1 - 8, v izmeri enega metra, kot ga veleva dolžina napušča.

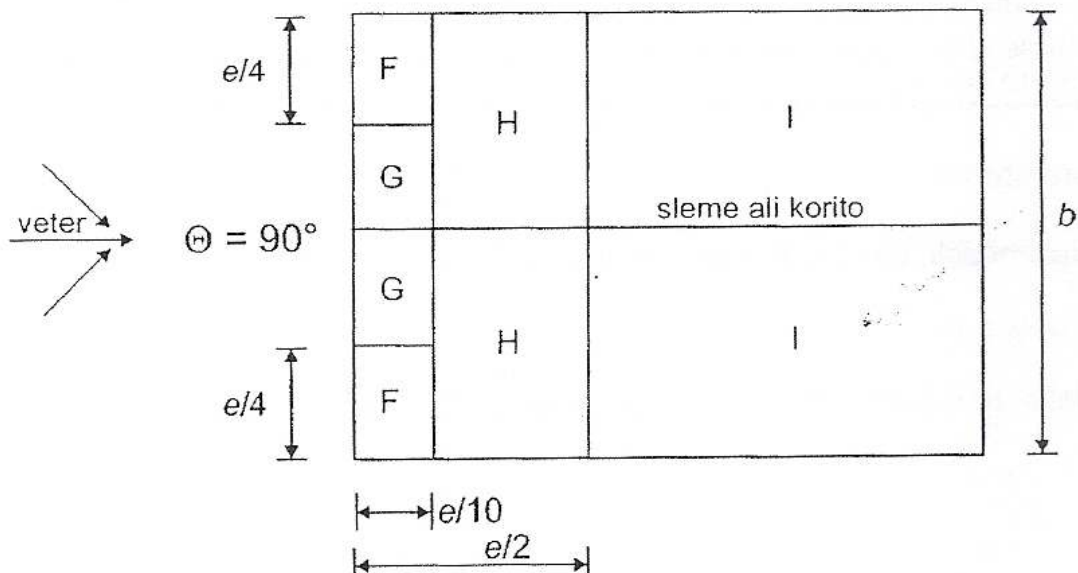
Linijska obtežba za strešnih nosilcev je prikazana v točki: 3.2.2.5.6.2.7.

7.) Vpliv obtežbe kombiniranega notranjega in zunanjega tlaka na okvirje z centričnimi v povezji

Vsaka strešna prečka je podprta na štirih točkah, ki predstavljajo okvirje z centričnimi V povezji. Reakcije teh podpor oziroma vpliv obtežb ki se nahajajo na strešnih prečkah se prenese na okvirje z centričnimi V povezji. Vpliv obtežbe vetra na okvirje z centričnimi v povezji je prikazan v točki 3.2.2.5.6.2.8.

3.2.2.5.6.2.1 Razdelitev obeh strešin na cone in določitev njihovih dimenzij

Streho sestavljata dve strešini z pripadajočimi napuščmi. Skupno tlorisno površino teh površin se razdeli na cone kot prikazuje spodnja slika.



Slika: Razdelitev dvokapnice na področja;

(SIST EN 1991 – 1 – 4 : 2005; str.:36.; poglavje: 7.2.5.; slika: 7.8.).

Kalkulacije:

$$b = 2 * (\cos 15 * 10,0 \text{ m}) = 2 * (9,659 \text{ m}) = 19,318 \text{ m}$$

$$h = 21,42 \text{ m}$$

$$e = \min(b, 2 * h) = \min(19,318 \text{ m}, 2 * 21,42 \text{ m}) = 19,318 \text{ m}$$

$$\frac{e}{2} = \frac{19,318}{2} = 9,659 \text{ m}$$

$$\frac{e}{4} = \frac{19,318}{4} = 4,829 \text{ m}$$

$$\frac{e}{10} = \frac{19,318}{10} = 1,9318 \text{ m}$$

3.2.2.5.6.2.2 Določitev zunanjih koeficientov in zunanje obtežbe vetra v conah

V zgornjem delu spodnje preglednice so prikazane cone in njihovi koeficienti zunanje tlaka, medtem ko so v spodnjem delu preglednice prikazane cone in pripadajoči zunanji tlaki vetra na ploskev.

Preglednica 18: Zunanji koeficient in tlak vetra na ploskev.

Zunanji koeficienti in tlak vetra na ploskev				
Zunanji koeficienti tlaka C_{pe}				
Cona:	F:	G:	H:	I:
koeficient:	-1.3	-1.3	-0.6	-0.5
Tlak vetra na zunanje ploskve W_e:				
Cona:	F:	G:	H:	I:
tlak vetra:	-942.5	-942.5	-435	-362.5
Opombe:				
1.) Enote so v N/m ²		3.) C_{pe} : zunanji koeficient tlaka		
2.) $W_e = qp(z) * C_{pe}$		4.) W_e : tlak vetra na zunanjo ploskev		
5.) $qp(z) = 725 \text{ N/m}^2$				

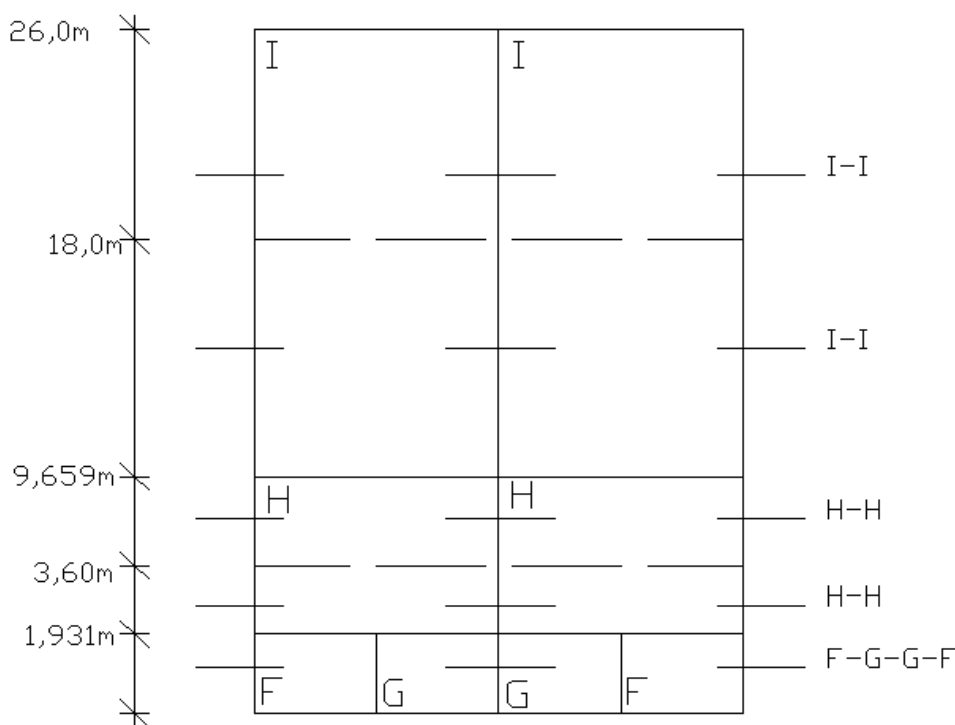
Spodnja preglednica prikazuje notranje in zunanje koeficiente tlaka C_{pi} in C_{pe} , pomnožene z največjim tlakom vetra $qp(z)$, ki nastane pri največjem sunku vetra. Izračunane so vrednosti minimalnega $W_{i,1}$, in maksimalnega $W_{i,2}$ notranjega tlaka in zunanji tlak vetra na ploskev W_e . Nadaljno so bile kombinirane minimalni in maksimalni notranji tlak na ploskev z zunanjim tlakom na ploskev kom_1 in kom_2 . Največja vrednost izmed teh dveh kombinacij pa se privzame za maksimum kot Max in se jo uporabi kot merodajno obremenitev v pripadajoči coni.

Preglednica 19: Kombinacije notranjih in zunanjih tlakov vetra na strehi v smeri y.

Kombinacije notranjih in zunanjih tlakov vetra na strehi v smeri y										Θ=90
Koeficienti:				qp(z) :	Sile tlaka (N/m²):			Kombinacije (N/m²):		
Cona (i):	Cpe,10,i:	Cpi,1:	Cpi,2:		We,i:	Wi,1:	Wi,2:	kom.1:	kom.2:	Max:
F:	-1.3	0.2	-0.3	725	-942.5	145	-217.5	-1087.5	-725.0	-1087.5
G:	-1.3				-942.5	145	-217.5	-1087.5	-725.0	-1087.5
H:	-0.6				-435.0	145	-217.5	-580.0	-217.5	-580
I:	-0.5				-362.5	145	-217.5	-507.5	-145.0	-507.5
Opombe: <ul style="list-style-type: none"> • Cpe,10,i: koeficient zunanjega tlaka na steno • Cpi,1: koeficient notranjega tlaka na steno - tlak • Cpi,2: koeficient notranjega tlaka na steno - podtlak • qp(z): - tlak ki nastane ob sunku vetra (N/m²) • We,i: površinska zunanja sila vetra na steno (N/m²) • Wi,i: površinska notranja sila vetra na steno -tlak in podtlak • kom.1 & kom.2.: komb. We,i z Wi,1,i in Wi,2,i • Max: največja vrednost sile vetra na steno (N/m²) 										

3.2.2.5.6.2.3 Določitev prereznih ravnin

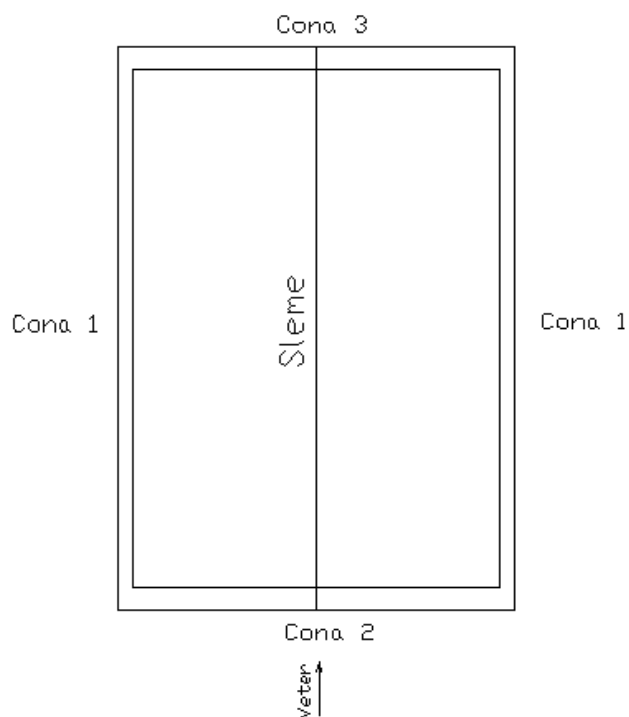
Na spodnji sliki so prikazane cone strehe v prečni smeri, po vzdolžni dolžini objekta med 0,0 m - 1,931 m z F-G-G-F prerezno cono, med 1,931 m - 9,659 m z H-H prerezno cono ter med 9,659 - do 26,0 m z I-I prerezno cono. Cone med 0,0 m - 3,6 m, 3,6 m - 18,0 m ter 18,0 m - 26,0 m so cone tlaka na vertikalni steni. Le te so vrisane v sliko, ker jih potrebujemo za kombinacijo tlaka na vertikalni steni in tlaka na strehi pri določitvi tlaka vetra na napuščih. Cone strehe in cone vertikalne stene se med seboj prekrivajo in temu primerno je potrebno kombinirati sovpadajoče cone, da določimo pripadajoči tlak vetra na napušču, katerega se uporabi za določanje linijske obtežbe na strešnih prečk 1 - 8. V tem oziru se dodata še dve dodatne cone v vzdolžni smeri. Obe se nahajata na krajišči strešnih prečk z območjem enega metra, kot je prikazano v preglednici 23 v točki 3.2.2.5.6.2.7.



Slika 20: Prikaz prereznih ravnin strešnih in stenskih con v prečni smeri strehe.

3.2.2.5.6.2.4 Upoštevanje napuščev

Napušči na obravnavanem objektu so razdeljeni v tri cone. Prva cona predstavlja napušč na privetni in zavetni strani objekta za katere je značilno, da cone tlaka na vertikalni steni in strehi sovpadajo na obeh prečnih straneh objekta. V coni dve in tri je tlak za vertikalno steno po celotni dolžini stranice objekta enak, medtem ko se tlak na strehi spreminja po vrednosti in predznaku na obeh vzdolžnih straneh objekta .



Slika 21: Razdelitev strehe na cone z napušči.

3.2.2.5.6.2.5 Napušč v coni ena

Spodnja preglednica podaja kombinirane vrednosti vetrnih tlakov na napušču. Cone ena, dva in tri v preglednici podajajo vrednosti iz že izračunanih kombiniranih notranjih in zunanjih tlakov na steni ali strehi, medtem ko cona štiri podaja kombinirano vrednost tlaka na napušču v coni ena.

Preglednica 20: Prikaz kombiniranih vrednosti tlaka na napušču cone ena.

Prikaz kombinirane vrednosti zunanje tlaka na napušču cone 1				$\Theta = 90$
Cona:	1.	2.	3.	4.
	0.0m - 0.683m	0.683m - 4.999m	4.999m - 10.0m	0.0m - 0.683m
F - G: 0,0m - 1.0 m:	-1.015	-1.0875	-1.0875	-0.0725
F - G: 1.00m - 1.931m:	-1.015	-1.0875	-1.0875	-0.0725
Cona:	1.	2.	3.	4.
	0 - 0.683	0.683 - 10.0	/	0 - 0.683
H: 1.931 - 3.6:	-1.015	-0.58	/	0.435
H: 3.6 - 9.659:	-0.725	-0.58	/	0.145
I: 9.659 - 18.0:	-0.725	-0.5075	/	0.2175
I: 18.0 - 25.0:	-0.508	-0.5075	/	0.0005
I: 25.0 - 26.0:	-0.508	-0.5075	/	0.0005

Opombe:
 1.) Vse enote so v kN/m.
 2.) Obe strešini sta simetrični.
 3.) Cona 4 je kombinirana vrednost tlaka na napušču.

3.2.2.5.6.2.6 Upoštevanje napušča v coni 2 in 3

Cona dve predstavlja privetrno stran objekta in z tem zunanji tlak vetra, ki pritiska na površino, tlak. Medtem ko tretja cona predstavlja zavetrni del objekta, kjer se pojavljajo podtlaki oziroma srki na površini vertikalne stene, kot na napušču.

Cona tri:

Cona dve sovпада z cono D na vertikalni steni z vrednostjo $0,7146 \text{ Kn/m}^1$ tlaka.

Preglednica 21: Prikaz vrednost zunanjega tlaka na napušč v coni 2.

Prikaz vrednosti zunanjega tlaka na napušču v coni 2		$\Theta = 90$
Cona:	1.	
	0.0m-10.0m	
F - G: 0,0m - 1.0m:	0.7146	
Opombe: 2.) Obe strešine sta simetrične.		
1.) Vse enote so v kN/m. 3.) Slika prikazuje napušč na privetrni strani objekta.		

Cona tri:

Cona tri sovпада z cono E na vertikalni steni z vrednostjo $0,421 \text{ kN/m}^2$ podtlaka.

Preglednica 22: Prikaz vrednosti zunanlega tlaka na napušču cone 3.

Prikaz vrednosti zunanlega tlaka na napušču cone 3		$\Theta = 90$
Cona:	1.	
	0.0m-10.0m	
I: 25.0m - 26.0m		-0.421
Opombe:	2.) Obe strešine sta simetrični.	
1.) Vse enote so v kN/m.	3.) Slika prikazuje napušč na zavetrni strani objekta.	

3.2.2.5.6.2.7 Konstruiranje linijske obtežbe za potrebe dimenzioniranja strešni prečk

Pri konstruiranju linijske obtežbe na strešnih prečkah moramo upoštevati vpliv napuščev v coni ena, dva in tri. Tako dobljeni vplivi so pripravljene za določanje vpliva obtežbe kombiniranega notranjega in zunanega tlaka na okvirje z cetričnimi v pozji. Uporabi pa se jih tudi za dimenzioniranje samih vzdolžnih nosilcev.

Preglednica 23: *Vpliv tlaka na strešne prečke*

Vpliv tlaka na strešne prečke.							
Strešna Prečka št.:	Območje (m):						
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
	0.0m-1.0m	0.0m - 1.931m	1.931m - 3.6m	3.6m - 9.659m	9.659m - 18.0m	18.0m - 26.0m	25.0m-26.0m
1.	-1.8	-0.85	-0.17	-0.34	-0.25	-0.37	0.19
2.	-6.49	-3.87	-2.01	-2.05	-1.78	-1.8	-0.26
3.	-6.63	-4.01	-2.15	-2.15	-1.88	-1.87	-0.33
4.	-2.4	-1.45	-0.77	-0.77	-0.67	-0.67	-0.11
5.	-2.4	-1.45	-0.77	-0.77	-0.67	-0.67	-0.11
6.	-6.63	-4.01	-2.15	-2.15	-1.88	-1.87	-0.33
7.	-6.49	-3.87	-2.01	-0.205	-1.78	-1.8	-0.26
8.	-1.8	-0.85	-0.17	-0.34	-0.25	-0.37	0.19

Opombe:
 1.) Vse enote so v kN/m. 2.) Slika prikazuje linijsko obtežbo na strešni prečki po pripadajočih conah.

The diagram illustrates the line load distribution on a roof beam. The beam is divided into seven sections (1-7) with varying heights. A wind arrow labeled 'Veter' points from left to right. The diagram shows the load intensity in each section, with the highest loads in sections 1, 2, and 3, and the lowest in section 7. The beam is supported by four triangular supports.

3.2.2.5.6.2.8 Vpliv tlaka na okvirje z cetričnimi v povezji

Spodaj prikazane vrednosti v preglednici predstavljajo sile na notranji in zunanjo okvir z cetričnimi V povezji. Le te se uporabi v kombinacijah pri statični analizi.

Preglednica 24: Vpliv tlaka na okvirje z cetričnimi V povezji.

Vpliv tlaka na okvirje z centričnimi V povezji				
strešina:	Okvir:			
	Zunanji:	Notranji:		Zunanji:
1.	-1.53	1.25	0.94	0.76
2.	-13.39	-13.10	-12,02	-4.29
3.	-13.94	-14,02	-12.77	-4.58
4.	-3.89	-2.69	-2.24	-0.50
5.	-3.89	-2.69	-2.24	-0.50
6.	-13.94	-14,02	-12.77	-4.58
7.	-13.39	-13.10	-12,02	-4.29
8.	-1.53	1.25	0.94	0.76

Opombe:1.) Negativni predznak pomeni, da podtlak sile deluje stran od ploskve.
2.) Slika prikazuje pozicijo sil na okvirju z cetričnimi V povezji.

3.3 Potresna obtežba

3.3.1 Izbira tal

Po standardu, [25] je bil izbran tip tal B z naslednjimi karakteristikami:

Preglednica 25: Tip tal in njegove vrednosti za parametre.

Tip tal :	S :	Tb (s) :	Tc (s) :	Td (s) :
B	1.20	0.15	0.50	2.00

3.3.2 Osnovni nihajni čas stavbe T1

Osnovni nihajni čas objekta, ki je visok do 40,0 m lahko izračuna po:

$$T_1 = C_t * H^{\frac{3}{4}} \quad \text{en. 9}$$

Kjer C_t , predstavlja vrednost 0.05, H pa višino stavbe v m.

Preglednica 26: Osnovni nihajni čas stavbe T1.

T1:	=	0,49769	s
Ct:	=	0.05	/
h1:	=	19.00	m
h2:	=	2.41	m
H:	=	21.41	m

3.3.3 Faktor obnašanja konstrukcije

Faktor obnašanja konstrukcije predstavlja sposobnost konstrukcije, da sipa energijo, ki jo prejme med samim potresom. Vsaka konstrukcijska zasnova ima svoje lastnosti in z tem tudi zmožnosti sipanja energije med samim potresom. Pri obravnavanem objektu je bil izbran okvir z centričnimi V povezji, z kateri je povzet po, [27] in ima pripadajoč faktor obnašanja q, [28], ki znaša 2.5.

Faktor obnašanja konstrukcije v smeri x

V x smeri je bil izbran okvir z centričnimi V povezji, ki lahko prenaša horizontalne obremenitve v tlačni in natezno obremenjenih diagonalnih elementih. Z izbiro HDC, high ductility class – visoko duktilnega razreda obnašanja ima konstrukcija vrednost faktorja obnašanja konstrukcije 2,5.

Faktor obnašanja konstrukcije v smeri y

V y smeri je bil izbran okvir z centričnimi V povezji, ki lahko prenaša horizontalne obremenitve v tlačni in natezno obremenjenih diagonalnih elementih. Z izbiro HDC, high ductility class – visoko duktilnega razreda obnašanja ima konstrukcija vrednost faktorja obnašanja konstrukcije 2,5.

3.3.4 Projektni pospešek

Za Ljubljano velja, da je projektni pospešek enak:

$$a_g = 0,25 * g$$

Kjer predstavlja g gravitacijski pospešek z vrednostjo $9,81\text{ms}^2$.

3.3.5 Projektni spekter za elastično teorijo

Projektni pospešek v obeh smereh se izračuna na podlagi projektnega spektra za elastično teorijo, kot:

$$Sd_{(T1)} = a_g * S * \frac{2,5}{q} \quad \text{en. 10}$$

Projektni pospešek v smeri x in y :

$$Sd_{(T1)} = a_g * S * \frac{2,5}{q} = 0,25 * 9,81\text{ms}^2 * 1,2 * \frac{2,5}{2,5} = 2,943\text{ms}^2$$

Koeficient projektnega pospeška v smeri x in y:

$$P_x = \frac{Sd_{(T1)}}{a_g} = \frac{2,943\text{ms}^2}{9,81\text{ms}^2} = 0,30$$

3.3.6 Obtežbe

V spodaj navedenih preglednicah so podane lastne in koristne obtežbe kot so profili, mednadstropne etaže, fasade in strešni paneli. Vse količine so seštete po pripadajočih nadstropjih, za nadaljnjo računanje potresnih sil v horizontalni smeri.

Preglednica 27: Teža profilov stebrov v vsaki etaži.

Stebri		Profil :	kg/m	Dolžina :	Kosov :	(kg) :	SUM (kg) :	
Nadstropje :	Pritličje:	<i>HEA</i>	280	76.40	3.80	4.0	1161.28	3158.56
		<i>HEA</i>	220	50.50	3.80	4.0	767.60	
		<i>HEA</i>	220	50.50	3.80	4.0	767.60	
		<i>HEA</i>	160	30.40	3.80	4.0	462.08	
	1.	<i>HEA</i>	280	76.40	3.80	4.0	1161.28	3158.56
		<i>HEA</i>	220	50.50	3.80	4.0	767.60	
		<i>HEA</i>	220	50.50	3.80	4.0	767.60	
		<i>HEA</i>	160	30.40	3.80	4.0	462.08	
	2.	<i>HEA</i>	280	76.40	3.80	4.0	1161.28	3158.56
		<i>HEA</i>	220	50.50	3.80	4.0	767.60	
		<i>HEA</i>	220	50.50	3.80	4.0	767.60	
		<i>HEA</i>	160	30.40	3.80	4.0	462.08	
	3.	<i>HEA</i>	280	76.40	3.80	4.0	1161.28	3158.56
		<i>HEA</i>	220	50.50	3.80	4.0	767.60	
		<i>HEA</i>	220	50.50	3.80	4.0	767.60	
		<i>HEA</i>	160	30.40	3.80	4.0	462.08	
4.	<i>HEA</i>	280	76.40	3.80	4.0	1161.28	3158.56	
	<i>HEA</i>	220	50.50	3.80	4.0	767.60		
	<i>HEA</i>	220	50.50	3.80	4.0	767.60		
	<i>HEA</i>	160	30.40	3.80	4.0	462.08		
Streha:	<i>HEA</i>	200	35.50	26.00	4.0	3692.00	10811.32	
	<i>HEA</i>	200	35.50	26.00	4.0	3692.00		
	<i>HEA</i>	280	76.40	2.41	4.0	736.50		
	<i>HEA</i>	220	50.50	2.41	4.0	486.82		
	<i>HEA</i>	160	30.40	10.00	4.0	1216.00		
	<i>HEA</i>	140	24.70	10.00	4.0	988.00		

Preglednica 28: Teža 6,0 m prečk v vsaki etaži.

Prečke 6.0 m							
Nadstropje :	Profil :		kg/m	Dolžina (m) :	Kosov :	(kg) :	SUM (kg):
1.	HEA	340	105	6.0	6.0	3780	10062
	HEA	300A	69.8	6.0	15.0	6282	
2.	HEA	340	105	6.0	6.0	3780	10062
	HEA	300A	69.8	6.0	15.0	6282	
3.	HEA	340	105	6.0	6.0	3780	10062
	HEA	300A	69.8	6.0	15.0	6282	
4.	HEA	340	105	6.0	6.0	3780	10062
	HEA	300A	69.8	6.0	15.0	6282	
5.	HEA	160	30.4	6.0	6.0	1094.4	1983.6
	HEA	140	24.7	6.0	6.0	889.2	

Preglednica 29: Teža 8,0 m prečk v vsaki etaži.

Prečke 8.0 m							
Prečke :	Profil :		kg/m	Dolžina (m) :	Kosov :	(kg) :	SUM (kg):
1.	HEA	450	140	8.0	6	6720	12096
	HEA	360	112	8.0	6	5376	
2.	HEA	450	140	8.0	6	6720	12096
	HEA	360	112	8.0	6	5376	
3.	HEA	450	140	8.0	6	6720	12096
	HEA	360	112	8.0	6	5376	
4.	HEA	450	140	8.0	6	6720	12096
	HEA	360	112	8.0	6	5376	
5.	HEA	220	50.5	8.0	6	2424	4128
	HEA	180	35.5	8.0	6	1704	

Preglednica 30: Teža diagonalnih elementov v V povezju notranjega okvirja.

Notranji okvir z centričnimi V povezji			
Diagonala:	masa (kg/m):	Dolžina (m):	SUM (kg):
<i>140/140/6.0</i>	24.50	4.841	474.42
<i>140/140/5.0</i>	20.70	4.841	400.83
<i>100/100/12.5</i>	29.10	4.841	563.49
<i>120/120/6.3</i>	21.40	4.841	414.39
<i>70/70/4.0</i>	7.97	4.841	154.33

Preglednica 31: Teža diagonalnih elementov v V povezju zunanega okvirja.

Zunanji okvir z centirčnimi V povezji			
Diagonala:	masa (kg/m):	Dolžina (m):	SUM (kg):
<i>120/120/4.0</i>	14.20	4.481	254.52
<i>100/100/6.0</i>	17.00	4.841	329.19
<i>90/90/8.0</i>	18.90	4.841	365.98
<i>100/100/5.0</i>	14.40	4.841	278.84
<i>60/60/4.0</i>	6.71	4.841	129.93

Preglednica 32: Teža diagonalnih elementov v Vpovezju poveznega okvirja.

Povezni okvir z centirčnim v povezjem			
Diagonala:	masa (kg/m):	Dolžina (m):	SUM (kg):
<i>100/100/8.0</i>	21.40	5.517	472.26
<i>100/100/6.0</i>	17.00	5.517	375.16
<i>80/80/8.0</i>	16.40	5.517	361.92
<i>70/70/6.0</i>	11.30	5.517	249.37
<i>40/40/2.0</i>	2.31	5.517	50.98

Preglednica 33: Lastna teža zateg na strehi.

Zatege na strehi			
Dolžina (m):	kosov:	kg/m:	kN
4.333	48.0	3.853	7.869

Preglednica 34: Lastna teža Trimo panelov na strehi.

Streha: Panel SNV 100		
L:	26.00	m
Š:	10.00	m
kos:	2.0	/
q :	23.68	kg
F :	12311.57	kg

Preglednica 35: Povzetek lastne obtežbe profilov po nadstropjih.

Profili po nadstropjih							
Plošča :	Stebri :	Prečke 6.0 m:	Prečke 8.0 m:	V povezje:			kN:
				Zunanji:	Notranji:	Povezje:	
1.	3158.56	10062.00	12096.00	254.52	474.42	472.26	260.14
2.	3158.56	10062.00	12096.00	329.19	400.83	375.16	259.20
3.	3158.56	10062.00	12096.00	365.98	563.49	361.92	261.02
4.	3158.56	10062.00	12096.00	278.84	414.39	249.37	257.60
5.	12390.60	1983.60	4128.00	129.93	154.33	50.98	313.44

Preglednica 36: Lastna obtežba plošč po nadstropjih.

Lastna obtežba: plošče				
Plošča :	kN / m2:	Dolžina (m):	Širina (m):	kN:
1.	4.67	18.00	24.00	2017.44
2.	4.67	18.00	24.00	2017.44
3.	4.67	18.00	24.00	2017.44
4.	4.67	18.00	24.00	2017.44
5.	0.45	18.00	24.00	194.40

Preglednica 37: Lastna obtežba fasade po nadstropjih.

Fasada						
Ovoj						
Plošča :	kN / m2:	Širina (m):	Dolžina (m):	Obseg (m):	Višina (m):	Obtežba (kN):
1.	<i>0.80</i>	<i>18.00</i>	<i>24.00</i>	<i>84.00</i>	<i>3.80</i>	255.36
2.	<i>0.80</i>	<i>18.00</i>	<i>24.00</i>	<i>84.00</i>	<i>3.80</i>	255.36
3.	<i>0.80</i>	<i>18.00</i>	<i>24.00</i>	<i>84.00</i>	<i>3.80</i>	255.36
4.	<i>0.80</i>	<i>18.00</i>	<i>24.00</i>	<i>84.00</i>	<i>3.80</i>	255.36
5.	<i>0.80</i>	<i>18.00</i>	<i>24.00</i>	<i>84.00</i>	<i>1.90</i>	162.41
Špice :						
kos:	Dolžina (m):	Širina (m):	Ploščina (m):	kN / m2:	Obtežba (kN):	
2.0	<i>18.00</i>	<i>2.41</i>	<i>43.41</i>	<i>0.80</i>	34.73	

Preglednica 38: Koristna obtežba po nadstropjih.

Koristna obtežba				
Plošča :	kN / m2:	Širina (m):	Dolžina (m):	Obtežna (kN):
1.	<i>3.00</i>	<i>18.00</i>	<i>24.00</i>	1296.00
2.	<i>3.00</i>	<i>18.00</i>	<i>24.00</i>	1296.00
3.	<i>3.00</i>	<i>18.00</i>	<i>24.00</i>	1296.00
4.	<i>3.00</i>	<i>18.00</i>	<i>24.00</i>	1296.00
5.	<i>0.00</i>	<i>18.00</i>	<i>24.00</i>	0.00

Preglednica 39: Seštevek lastne obtežbe.

Seštevek lastne obtežbe (kN)				
Plošča :	Profili (kN/m2):	Plošča (kN/m2):	Fasada (kN/m2):	Skupaj (kN/m2):
1.	<i>260.14</i>	<i>2017.44</i>	<i>255.36</i>	2532.94
2.	<i>259.20</i>	<i>2017.44</i>	<i>255.36</i>	2532.00
3.	<i>261.02</i>	<i>2017.44</i>	<i>255.36</i>	2533.82
4.	<i>257.60</i>	<i>2017.44</i>	<i>255.36</i>	2530.40
5.	<i>313.44</i>	<i>194.40</i>	<i>162.41</i>	670.25

Preglednica 40: Seštevek koristne obtežbe.

Seštevek koristne obtežbe (kN)					
Plošča :	koristna (kN/m²):	faktorji:			Koristna (kN/m²):
		ρ:	ψ_2:	$(\rho*\psi_2)$:	
1.	<i>1296.00</i>	<i>0.50</i>	<i>0.30</i>	<i>0.15</i>	194.40
2.	<i>1296.00</i>	<i>0.50</i>	<i>0.30</i>	<i>0.15</i>	194.40
3.	<i>1296.00</i>	<i>0.50</i>	<i>0.30</i>	<i>0.15</i>	194.40
4.	<i>1296.00</i>	<i>0.50</i>	<i>0.60</i>	<i>0.30</i>	388.80
5.	<i>0.00</i>	<i>1.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	0.00

Preglednica 41: Obtežba etaž.

Obtežba etaž	
Plošča :	Σ (kN) :
1.	<i>2727.34</i>
2.	<i>2726.40</i>
3.	<i>2728.22</i>
4.	<i>2919.20</i>
5.	<i>670.25</i>
Σ :	<i>11771.41</i>

3.3.7 Račun prečne sile

Metoda z vodoravnimi potresnimi silami

Metodo z vodoravnimi silami je mogoče uporabiti za stavbe pri katerih višje nihajne oblike v nobeni od glavnih smeri ne vplivajo pomembno na odziv. Temu pogoju se zadosti če je objekt pravilen po višini in je izpolnjen naslednji pogoj:

$$T_1 = 0,49769 \leq \begin{cases} 4 * T_c = 4 * 0,5 = 2,0s \\ 2,0 s \end{cases} \quad \text{en.11}$$

Celotna prečna sila v smeri x in y:

Celotno prečno silo na mestu vpetja konstrukcije se izračuna na podlagi enačbe kot:

$$F_{b,x,y} = Sd_{(T_1)} * m * \lambda = F_x * m * \lambda = 0,30 * 11790,84kN * 0,85 = 3006,664kN \quad \text{en. 12}$$

Korekcijski faktor λ ima vrednost 0,85, če ima stavba več kot dve etaže in je izpolnjen spodnji pogoj:

$$\lambda = 0,85 \rightarrow T_1 = 0,49769s < 2 * T_c = 2 * 0,5 s = 1,0s$$

3.3.8 Vodoravne potresne sile

Razporeditev vodoravnih potresnih sil se izvede z enačbo:

$$F_i = F_b * \frac{z_i * m_i}{\sum z_i * m_i} \quad \text{en. 13}$$

in so prikazane v preglednici 42 in 43.

3.3.8.1 Razporeditev vodoravnih potresnih sil v smeri x

Spodnja preglednica prikazuje razporeditev vodoravnih potresnih sil za skupaj štiri od dveh notranjih in dveh zunanjih okvirjev z centričnimi V povezji, ki se nahajajo v prečni oziroma x smeri objekta.

Preglednica 42: *Razporeditev etažnih vodoravnih potresnih sil v smeri x:*

Razporeditev vodoravnih potresnih sil v smeri x						
Plošča :	Fb (kN):	Zi (m):	Mi (kN):	$\Sigma Zi*mi$ (kNm):	Fi (kN):	Fi / 4 (kN):
1.	3001.71	3.80	2727.34	119292.83	260.78	65.20
2.	3001.71	7.60	2726.40	119292.83	521.38	130.35
3.	3001.71	11.40	2728.22	119292.83	782.60	195.65
4.	3001.71	15.20	2919.20	119292.83	1116.51	279.13
5.	3001.71	19.00	670.25	119292.83	320.44	80.11

Celotna vodoravna sila v nadstropju je deljena z štiri ker ima obravnavani objekt v prečni smeri oziroma smeri x štiri okvirje z centricnimi V povezji.

3.3.8.2 Razporeditev vodoravnih potresnih sil v smeri y

Spodnja preglednica prikazuje razporeditev vodoravnih potresnih sil za dva povezna okvirja z centričnimi V povezji, ki se nahajajo v vzdolžni oziroma y smeri obravnavanega objekta.

Preglednica 43: *Razporeditev etažnih vodoravnih potresnih sil v smeri y.*

Razporeditev vodoravnih potresnih sil v smeri y						
Plošča :	Fb (kN):	Zi (m):	mi (kN):	$\Sigma Zi*mi$ (kNm):	Fi (kN):	Fi / 2 (Kn):
1.	3001.71	3.80	2727.34	119292.83	260.78	130.39
2.	3001.71	7.60	2726.40	119292.83	521.38	260.69
3.	3001.71	11.40	2728.22	119292.83	782.60	391.30
4.	3001.71	15.20	2919.20	119292.83	1116.51	558.25
5.	3001.71	19.00	670.25	119292.83	320.44	160.22

Vodoravna sila v nadstropju je deljena z dva, ker ima obravnavani objekt v smeri y dva okvirja z centricnimi V povezji.

4.0 Kombinacije

Pri vrednotenju učinkov vplivov na konstrukcijo je bilo uporabljeno pet kombinaciji.

- kombinacija vplivov za stalna in začasna projektna stanja, (osnovne kombinacije): (MSN)
- karakteristična kombinacija: (MSU)
- kombinacija vplivov za potresna projektna stanja: (projektno potresno stanje)
- okrnjena kombinacija vplivov za potresna projektna stanja: (lastna in koristna kombinacija)
- okrnjena kombinacija vplivov za potresna projektna stanja: (potresna kombinacija)

4.1 Mejno stanje nosilnosti

Pri mejnem stanju nosilnosti je uporabljena kombinacija vplivov za stalna in začasna projektna stanja (osnovne kombinacije), en. 14.

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

Iz enačbe je razvidno, da se lastnih in neugodnih obtežb ne kombinira z faktorjem za kombinacijsko vrednost spremenljivega vpliva - $\psi_{0,j}$. Pri spremenljivih vplivih se vse spremenljive vplive pomnži z faktorjem za kombinacijsko vrednost spremenljivega vpliva za pripadajoči vpliv - $\psi_{0,j}$, razen prevladujočega spremenljivega vpliva ki je pomnožen samo z delnim faktorjem za spremenljiv vpliv - $\gamma_{Q,1}$. S tem se zagotovi, da največji vpliv, poda tudi največji učinek na konstrukcijo.

Preglednica 44: Varnostni in kombinacijski faktorji za vrednost spremenljivega vpliva.

Faktorji:		MSN		$\psi_{0,i}$:
		$\gamma_{Q,i}$:		
Obtežbe:		ugodni :	neugodni:	
Lastna:	<i>plošče:</i>	1.00	1.35	/
	<i>profili:</i>	1.00	1.35	/
Koristna:	<i>pisarne:</i>	1.00	1.50	0.70
	<i>restavracija:</i>	1.00	1.50	0.70
	<i>veter:</i>	1.00	1.50	0.60
	<i>sneg:</i>	1.00	1.50	0.50

4.2 Mejno stanje uporabnosti

Pri mejnem stanju uporabnosti je uporabljena karakteristična kombinacija vplivov, en. 15.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Iz enačbe je razvidno, da se lastni in nezgodni vplivi ne kombinirajo z nobenim delnim faktorjem oziroma imajo delni faktorji vrednost ena. Pri spremenljivih vplivih se kombinira vse vplive, ki niso prevladujoči z faktorjem za kombinacijsko vrednost spremenljivega vpliva - $\psi_{0,j}$.

Preglednica 45: Varnostni in kombinacijski faktorji za vrednost spremenljivega vpliva.

Faktorji:		MSU:	
		$\gamma_{Q,i}$:	$\psi_{0,i}$:
Obtežbe:			
Lastna:	<i>plošče:</i>	1.00	/
	<i>profili:</i>	1.00	/
Koristna:	<i>pisarne:</i>	1.00	0.70
	<i>restavracija:</i>	1.00	0.70
	<i>veter:</i>	1.00	0.60
	<i>sneg:</i>	1.00	0.50

4.3. Potresne projektne kombinacije

Za potresno projektno kombinacijo je bila uporabljena kombinacija vplivov za potresna projektna stanja, en. 16:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_2 Q_{k,i}$$

Iz enačbe je razvidno, da se lastnih, nezgodnih in potresnih vplivi ne kombinira z nobenimi faktorji, medtem ko se vsi spremenljivi vplivi kombinirajo z faktorjem za kombinacijsko vrednost spremenljivega vpliva.

Enačba en. 25, poudarja, da je potrebno pri določanju projektne potresne vpliva upoštevati vse obtežbe, ki so povezane z težnostnimi silami, ki so vključene v slednjo enačbo:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{j > 1} \psi_{E,i} * Q_{k,i}$$

Koeficient $\psi_{E,i}$ se izračuna z en. 26, kot:

$$\psi_{E,i} = \varphi * \psi_{2,i}$$

Koeficient φ zavzame vrednost 1.0 za zgornjo etažo in 0,5 za ostale etaže, ki so zasedene neodvisno, [42] ter so uporabljene v preglednici 39.

Za potrebe kontrol se iz potresne projektne kombinacije naredijo dve dodatne kombinacije in sicer lastna in spremenljiva kombinacija ter potresna kombinacija.

Lastna in spremenljiva kombinacija predstavlja lastni in spremenljivi del v potresni projektne kombinaciji. Medtem ko potresna kombinacija predstavlja samo potresni vpliv v potresni projektne kombinaciji.

Faktorji za kombinacijsko vrednost spremenljivega vpliva - $\psi_{2,i}$, so v vseh treh kombinacijah identični.

Preglednica 46: *Kombinacijski faktorji za vrednost spremenljivega vpliva.*

Faktorji:		$\psi_{2,i}$
Obtežbe:		
Lastna:	<i>plošče:</i>	/
	<i>profili:</i>	/
Koristna:	<i>pisarne:</i>	0.3
	<i>restavracija:</i>	0.6
	<i>veter:</i>	0
	<i>sneg:</i>	0

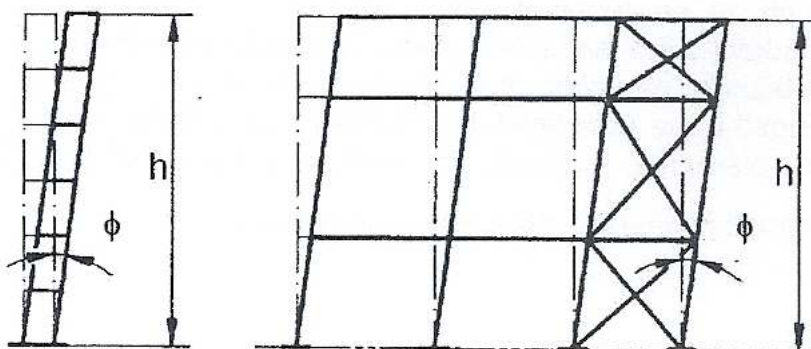
Iz preglednice je razvidno, da so faktorji za kombinacijsko vrednost spremenljivega vpliva - $\psi_{2,i}$, za primere vetra na stavbah in obtežbo snega na stavbah z nadmorsko višino pod 1000 metrov enaki nič. To pomeni, da se teh obtežb ne uporablja v potresnem projektnem stanju.

5.0 Globalna analiza

5.1 Upoštevanje geometrijske nepopolnosti

Vplive geometrijske nepopolnosti v globalni analizi, ki nastanejo zaradi zaostalih napetosti in začetnih geometrijskih nepopolnosti, kot so neravni elementi, naključne ekcentričnosti in odstopanja od navpičnice, se upošteva kot:

$$\varphi = \varphi_0 * \alpha_h * \alpha_m \quad \text{en. 17}$$



Slika 22: Nadomestek globalne nepopolnosti.

Kjer je osnovna vrednost nepopolnosti:

$$\varphi_0 = \frac{1}{200}$$

Redukcijski faktor višine stebrov:

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}} \rightarrow \frac{2}{3} < \alpha_h \leq 1,0$$

Količina h predstavlja višino konstrukcije v metrih.

Redukcijski koeficient števila stebrov v eni vrsti:

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 * \left(1 + \frac{1}{m}\right)}$$

Vrednost m predstavlja, število stebrov v eni vrsti, kjer so vključeni samo stebri, ki prenašajo vsaj 50% povprečne navpične obtežbe stebrov v obravnavani ravnini.

V spodnji preglednici so podani posamezni koeficienti z pogojem, ter končna vrednost geometrijske nepopolnosti izražena v mm za posamezne ravninske okvirje.

Preglednica 47: Koeficienti geometrijske nepopolnosti za okvirje.

Koeficient geometrijske nepopolnosti za okvirje									
okvir:	φ_0:	αh:	h (m):	$2/3 < \alpha h < 1.0$		αm:	m:	φ (m)	φ (mm)
Notranji:	0.0050	0.4321	21.42	0.666	1.000	0.7906	4	0.0026	2.6326
Zunanji:	0.0050	0.4321	21.42	0.666	1.000	0.7906	4	0.0026	2.6326
Povezni:	0.0050	0.4588	19.00	0.666	1.000	0.8660	2	0.0029	2.8839

5.2 Statična globalna analiza za okvirje

Statična globalna analiza za okvirje zajema vpliv naslednjih obtežb:

- Lastna obtežba: predstavlja lastno težo profilov, ki jo program privzame samodejno.
- Lastna teža fasade iz točke 6.2.4.1.
- Stalna obtežba predstavlja vplive definirane v poglavju 3.1.1, preglednica: 1 in 2.
- Koristna obtežba, ki je definirana v poglavju 3.1.2, preglednica: 3.
- Obtežba vetra na stebre v smeri x, je definirana v točki 3.2.2.5.4.1, slika 11, in v smeri y, ki je definirana v točki 3.2.2.5.4, slika 12.
- Veter na streho, ki je definiran za smer x v točki 3.2.2.5.6.1.9, preglednica 17 in v smeri y v točki 3.2.2.5.6.2.8, preglednica 24.
- Obtežba nakopičenega in ne nakopičenega snega na notranjem in zunanjem okvirju, ki je definiran v točki 3.2.1.5, preglednica 4 in 5.

Pri mejnem stanju nosilnosti je bila uporabljena kombinacija vplivov za stalna in začasna projektna stanja, osnovne kombinacije, medtem ko se za mejno stanje uporabnosti uporabi karakteristično kombinacijo vplivov.

Pri vsakem okvirju je uporabljen koeficient geometrijske nepopolnosti, katerega se ustrezno poda v programu SCIA Engineer 2010 pod vsako nelinearno kombinacijo. Ustrezne privzete vrednosti koeficientov geometrijske nepopolnosti za posamezne okvirje so podane v poglavju 5.1, preglednica 47.

5.2.1 Zunanji pomični okvir z centričnimi V povezji

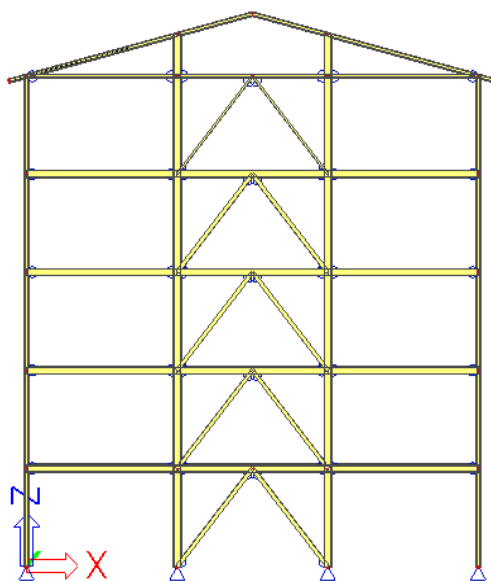
5.2.1.1 Konstrukcijski elementi zunanjega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji

Z statično analizo so določeni konstrukcijski elementi zunanjega okvirja z centričnimi V povezji, ki so podani v naslednji preglednici.

Preglednica 48: *Seznam konstrukcijskih elementov zunanjega okvirja z centričnimi V povezji pri statični analizi..*

Seznam konstrukcijskih elementov zunanjega okvirja z centričnimi V povezji pri statični analizi.							
Element:		Lokacija:	Tip:	Oznaka:	Kosov:	Dolžina:	Material:
Št.:	Ime:						
1.	<i>Steber:</i>	<i>notranji</i>	<i>HEA</i>	<i>220</i>	<i>4</i>	<i>21.42</i>	<i>S335</i>
2.	<i>Steber:</i>	<i>zunanji</i>	<i>HEA</i>	<i>160</i>	<i>4</i>	<i>19.00</i>	<i>S335</i>
3.	<i>Prečka:</i>	<i>nadstropje: 1 - 4</i>	<i>HEA</i>	<i>300A</i>	<i>24</i>	<i>6.00</i>	<i>S335</i>
4.	<i>Prečka:</i>	<i>nadstropje: 5</i>	<i>HEA</i>	<i>140</i>	<i>6</i>	<i>6.00</i>	<i>S335</i>
5.	<i>Diagonala:</i>	<i>prtiličje</i>	<i>SCSHF</i>	<i>120/120/4</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
6.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 1</i>	<i>SCSHF</i>	<i>100/100/6</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
7.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 2</i>	<i>SCSHF</i>	<i>90/90/8</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
8.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 3</i>	<i>SCSHF</i>	<i>100/100/5</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
9.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 4</i>	<i>SCSHF</i>	<i>60/60/4</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
10.	<i>špera:</i>	<i>streha:</i>	<i>HEA</i>	<i>140</i>	<i>4</i>	<i>10.00</i>	<i>S335</i>

Slika: *Zunanji okvir z centričnimi V povezji v prečni smeri objekta.*



5.2.1.2 Pomiki zunanjega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji

Če se red pomikov za konstrukcijo ne določi z strani investitorja oziroma naročnika se jih povzame po veljavnih predpisih oziroma standardih. Pomiki so obravnavani in povzeti po standardu, [29].

5.2.1.2.1 Horizontalni pomiki

Horizontalni pomiki okvirja pri statični analizi so povzeti po standardu, [30].

Medetažni horizontalni pomik lahko znaša največ:

$$\frac{h}{300} = \frac{3800 \text{ mm}}{300} = 12,667 \text{ mm}$$

Horizontalni pomik zunanjega stebra lahko znaša največ:

$$\frac{H}{500} = \frac{5 * h}{500} = \frac{5 * 3800 \text{ mm}}{500} = 38,0 \text{ mm}$$

Horizontalni pomik notranjega stebra lahko znaša največ:

$$\frac{H}{500} = \frac{5 * h + \text{tg}15^\circ * 9000 \text{ mm}}{500} = \frac{5 * 3800 \text{ mm} + 2410 \text{ mm}}{500} = 42,84 \text{ mm}$$

Spodnja preglednica prikazuje medetažne horizontalne pomike zunanje okvira z centričnimi V povezji pri statični analizi.

Preglednica 49: Horizontalni medetažni pomiki zunanje okvirja z centričnimi V povezji pri statični analizi.

Horizontalni medetažni pomiki zunanje okvirja z centričnimi V povezji pri statični analizi						
Statika:	i:	Medetažni pomiki:				Slika: Horizontalni medetažni pomiki zunanje okvirja.
		1.	2.	3.	4.	
Pomiki (mm):	1.	0.90	0.90	1.00	1.00	
	2.	1.70	1.70	1.90	1.90	
	3.	2.50	2.50	5.60	2.60	
	4.	3.40	3.30	3.40	3.40	
	5.	4.10	4.20	4.20	4.40	
	6.	/	3.60	4.70	/	
ud,i (mm):	1.	0.90	0.90	1.00	1.00	
	2.	0.80	0.80	0.90	0.90	
	3.	0.80	0.80	3.70	0.70	
	4.	0.90	0.80	2.20	0.80	
	5.	0.70	0.90	0.80	1.00	
	6.	/	0.60	0.50	/	

Vrednost $u_{d,i}$, predstavlja: $u_{d,i} = u_2 - u_1$, razliko med zgornjim in spodnjim horizontalnim pomikom stebra v etaži, oziroma horizontalne medetažne pomike za vsako etažo. V zgornji preglednici je razvidno, da nobena vrednost: $u_{d,i}$, ne presega 12,667 mm, kar pomeni, da so horizontalni medetažni pomiki stebrov v mejah predpisanih zahtev.

5.2.1.2.2 Vertikalni pomiki

Vertikalni pomiki prečk pri statični analizi so povzeti iz standarda, [31].

Vertikalni pomik prečke lahko znaša največ:

$$U_{\max} = \frac{L}{300} = \frac{6000 \text{ mm}}{300} = 20.0 \text{ mm}$$

Spodnja preglednica prikazuje vertikalne pomike prečk v zunanjem okvirju z centričnimi V povezji pri statični analizi.

Preglednica 50: Vertikalni pomiki prečk v zunanjem okvirju z centričnimi V povezji pri statični analizi.

Vertikalni pomiki prečk v zunanjem okvirju z centričnimi v povezji pri statični analizi.			
Etaža:	Lokacija prečk:		
	zunaj:	znotraj:	zunaj:
	uz:		
5.	16.10	0.30	15.90
4.	19.90	1.10	19.70
3.	19.60	0.60	19.40
2.	19.50	1.00	19.30
1.	19.30	1.30	19.20
max,uz:			19.90
dovoljen, uz,max:			20.00
Enote vrednosti v preglednici so v mm.			

Slika: Vertikalni pomiki prečk.

Vrednost: u_z , predstavlja vertikalni pomik posamezne prečke v zunanjem okvirju z centričnimi V povezji. V zgornji preglednici je razvidno, da nobena vrednost u_z , ne presega $u_{z,\max} = 20,0 \text{ mm}$, kar pomeni, da so vertikalni pomiki prečk v mejah predpisanih zahtev.

5.2.2 Notranji pomični okvir z centričnimi V povezji

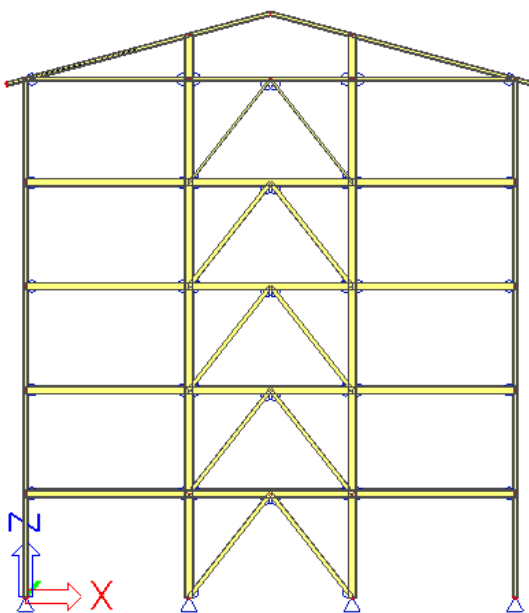
5.2.2.1 Konstrukcijski elementi notranjega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji

Z statično analizo so določeni konstrukcijski elementi notranjega okvirja z centričnimi V povezji v naslednji preglednici.

Preglednica 51: *Seznam konstrukcijskih elementov notranjega okvirja z centričnimi v povezji pri statični analizi.*

Seznam konstrukcijskih elementov notranjega okvirja z centričnimi V povezji pri statični analizi							
Element:		Lokacija:	Tip:	Oznaka:	Kosov:	Dolžina (m):	Material:
Št.:	Ime:						
1.	<i>Steber:</i>	<i>notranji</i>	<i>HEA</i>	<i>280</i>	<i>4</i>	<i>21.42</i>	<i>S335</i>
2.	<i>Steber:</i>	<i>zunanji</i>	<i>HEA</i>	<i>220</i>	<i>4</i>	<i>20.60</i>	<i>S335</i>
3.	<i>Prečka:</i>	<i>nads.: 1 - 4</i>	<i>HEA</i>	<i>340</i>	<i>24</i>	<i>6.00</i>	<i>S335</i>
4.	<i>Prečka:</i>	<i>nads.: 5</i>	<i>HEA</i>	<i>160</i>	<i>6</i>	<i>6.00</i>	<i>S335</i>
5.	<i>Diagonala:</i>	<i>prtiličje</i>	<i>SCSHF</i>	<i>140/140/6.0</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
6.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 1</i>	<i>SCSHF</i>	<i>140/140/5</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
7.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 2</i>	<i>SCSHF</i>	<i>100/100/12,5</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
8.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 3</i>	<i>SCSHF</i>	<i>120/120/6.3</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
9.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 4</i>	<i>SCSH</i>	<i>70/70/4</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
10.	<i>špera:</i>	<i>streha:</i>	<i>HEA</i>	<i>160</i>	<i>4</i>	<i>10.00</i>	<i>S335</i>

Slika: *Notranji okvir z centričnimi V povezji v prečni smeri objekta.*



5.2.2.2 Pomiki notranjega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji

5.2.2.2.1 Horizontalni pomiki.

Spodnja preglednica prikazuje medetažne horizontalne pomike notranjega okvirja z centričnimi V povezji pri statični analizi.

Za dopustne vrednosti horizontalnih pomikov glej točko 5.2.1.2.1.

Preglednica 52: Horizontalni medetažni pomiki notranjega okvirja z centričnimi V povezji pri statični analizi.

Horizontalni medetažni pomiki notranjega okvirja z centričnimi V povezji pri statični analizi.						
Statika:	i:	Medetažni pomiki:				Slika: Horizontalni medetažni pomiki notranjega okvirja.
		1.	2.	3.	4.	
Pomiki (mm):	1.	1.30	1.30	1.50	1.50	
	2.	2.90	2.90	3.40	3.10	
	3.	4.00	4.00	4.20	4.20	
	4.	5.30	5.30	5.30	5.30	
	5.	6.60	6.60	6.60	6.80	
	6.	/	6.00	7.30	/	
u _{d,i} (mm):	1.	1.30	1.30	1.50	1.50	
	2.	1.60	1.60	1.90	1.60	
	3.	1.10	1.10	0.80	1.10	
	4.	1.30	1.30	1.10	1.10	
	5.	1.30	1.30	1.30	1.50	
	6.	/	0.60	0.70	/	

Vrednost $u_{d,i}$, predstavlja $u_{d,i} = u_2 - u_1$, razliko med zgornjim in spodnjim horizontalnim pomikom stebra v etaži, oziroma horizontalne medetažne pomike za vsako etažo. V zgornji preglednici je razvidno, da nobena vrednost $u_{d,i}$, ne presega 12,667 mm, kar pomeni, da so horizontalni medetažni pomiki stebrov v mejah predpisanih zahtev.

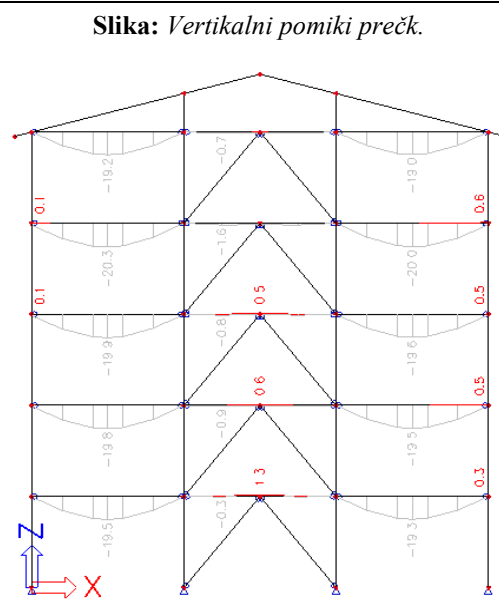
5.2.2.2.2 Vertikalni pomiki

Spodnja preglednica prikazuje vertikalne pomike prečk v notranjem okvirju z centričnimi V povezji pri statični analizi.

Za dopustne vrednosti vertikalnih pomikov glej točko 5.2.1.2.2.

Preglednica 53: Vertikalni pomiki prečk v notranjem okvirju z centričnimi V povezji pri statični analizi.

Vertikalni pomiki prečk v notranjem okvirju z centričnimi V povezji pri statični analizi			
Etaža:	Lokacija prečk:		
	zunaj:	znotraj:	zunaj:
	uz:		
5.	19.20	0.60	19.00
4.	20.30	1.60	20.00
3.	19.90	0.80	19.60
2.	19.80	0.90	19.50
1.	19.50	1.30	19.30
max,uz:			20.30
dovoljen, uz,max:			20
Enote vrednosti v preglednici so v mm.			



Vrednost u_z , predstavlja vertikalni pomik posamezne prečke v notranjem okvirju z centričnimi V povezji. Iz zgornje preglednice je razvidno, da nobena vrednost: u_z , ne presega $u_{z,max} = 20,0$ mm, kar pomeni, da so vertikalni pomiki prečk v mejah predpisanih zahtev, razen prečke ki se nahaja na zunanji strani četrtega nadstropja. Ker gre za eno prečko, katera ima povečan vertikalni pomik za 0,30 mm, sem ga dovolil v oziru, da bi povečanje profila zaradi te prečke pomenilo povečanje vseh 48. profilov v objektu, kar je iz ekonomičnega vidika nesprejemljivo. Novi profil tudi ne bi imel tako visoke izkoriščenosti, kot jo ima sedanji. Poleg tega, pa bi mi povečanje profilov še dodatno povečalo horizontalne potresne sile v posameznih nadstropjih, kar bi še dodatno odražalo v večjih profilih pri dinamični analizi.

5.2.3 Povezni pomični okvir z centričnimi V povezji

5.2.3.1 Konstrukcijski elementi poveznega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji

Povezni okvir z centričnimi V povezji prevzema izključno samo obtežbo vetra v vzdolžni smeri obravnavanega objekta. Obtežbe katere delujejo na ta konstrukcijski okvir so prikazane v točki 3.2.2.5.5.1, preglednica 8 in 9. Konstrukcijski elementi poveznega okvirja z centričnimi V povezji so prikazani v naslednji preglednici.

Preglednica 54: Seznam konstrukcijskih elementov poveznega okvirja z centričnimi V povezji pri statični analizi.

Seznam konstrukcijskih elementov poveznega okvirja z centričnimi V povezji pri statični analizi							
Št.:	Element:	Lokacija:	Tip:	Oznaka:	Kosov:	Dolžina:	Material:
1.	<i>Steber:</i>	<i>notranji</i>	<i>HEA</i>	<i>220</i>	<i>4</i>	<i>21.42</i>	<i>S335</i>
2.	<i>Prečka:</i>	<i>nads.: 1 - 4</i>	<i>HEA</i>	<i>360</i>	<i>24</i>	<i>6.00</i>	<i>S335</i>
3.	<i>Prečka:</i>	<i>nads.: 5</i>	<i>HEA</i>	<i>180</i>	<i>6</i>	<i>6.00</i>	<i>S335</i>
4.	<i>Diagonala:</i>	<i>prtiličje</i>	<i>SCSHF</i>	<i>100/100/8</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
5.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 1</i>	<i>SCSHF</i>	<i>100/100/6</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
6.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 2</i>	<i>SCSHF</i>	<i>80/80/8</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
7.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 3</i>	<i>SCSHF</i>	<i>70/70/6</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
8.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 4</i>	<i>SCSHF</i>	<i>40/40/2</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>

Slika: Povezni okvir z centričnimi V povezji v vzdolžni smeri objekta.

5.2.3.2 Pomiki poveznega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji

5.2.3.2.1 Horizontalni pomiki

Spodnja preglednica prikazuje medetažne horizontalne pomike notranjega okvirja z centričnimi V povezji pri statični analizi.

Dopustne vrednosti horizontalnih pomikov glej točko 5.2.1.2.1.

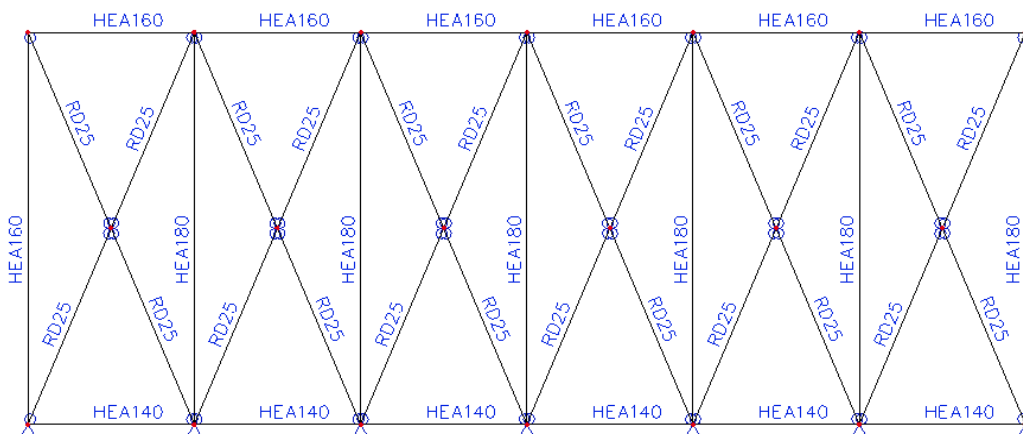
Preglednica 55: Horizontalni medetažni pomiki poveznega okvirja z centričnimi V povezji pri statični analizi.

Horizontalni pomiki poveznega okvirja z centričnimi V povezji pri statični analizi				
Statika:	i:	Medetažni pomiki:		Slika: Horizontalni medetažni pomiki poveznega okvirja.
		1.	2.	
Pomiki (mm):	1.	1.50	1.5	
	2.	3.10	3.1	
	3.	4.80	4.8	
	4.	6.10	6.1	
	5.	6.5	6.5	
u_{d,i} (mm):	1.	1.50	1.5	
	2.	0.6	0.60	
	3.	1.70	1.70	
	4.	1.30	1.30	
	5.	0.40	0.40	

Vrednost $u_{d,i}$, predstavlja: $u_{d,i} = u_2 - u_1$, razliko med zgornjim in spodnjim horizontalnim pomikom stebra v etaži, oziroma horizontalne medetažne pomike za vsako etažo. V zgornji preglednici je razvidno, da nobena vrednost: $u_{d,i}$, ne presega 12,667 mm, kar pomeni, da so horizontalni medetažni pomiki stebrov v mejah predpisanih zahtev.

5.2.4 Dimenzioniranje zavetrovanja v ravnini strehe

Za dimenzioniranje zateg ne strehi za potrebe vetrnih obtežb iz točke 3.2.2.5.5.2. je bila uporabljena sila $F = 6,1677$ kN. Diameter dimenzionirane zatege je določen z $D = 25,0$ mm.



Slika 23: Profili pri zavetrovanju v ravnini strehe.

5.2.5 Dimenzioniranje strešnih prečk

Streha ima osem prečk na strehi z dolžino 26,0 m. Obtežba ki deluje na te prečke se deli na snežno obtežbo in vetrne tlake. Vetrne tlake na prečke povzamemo iz točke 3.2.2.5.6.1.8, preglednica 16, za x smer in iz točke: 3.2.2.5.6.2.7, preglednica 23 za y smer vetra na obravnavani objekt. Snežne obtežba je definirana v točki 3.2.1.6.

Pri dimenzioniranju je bila uporabljena kombinacija za stalna in začasna stanja v kateri je primarna sprejemljiva snežna obtežba z delnim varnostnim faktorjem 1,50 in sekundarna spremenljiva vetrna obtežba z delnim varnostnim faktorjem 1,50 in faktor za kombinacijsko vrednost 0,60.

V spodnji preglednici so prikazani profili iz petih različnih kombinacij obtežb na prečke. Le te kombinacije izvirajo iz dveh različnih smeri vetra, pri kateri ima smer x štiri kombinacije zaradi potrebe kombiniranja obeh strešin na strehi.

Na podlagi rezultatov dimenzioniranja vseh petih kombinacij iz spodnje preglednice, lahko zaključimo, da se za strešine uporabi strešne prečke uporabi profil HEA 200 z kvaliteto jekla S355.

Preglednica 56: Profili strešastih prečk.

Profili strešastih prečk		
Smer:	Kombinacija:	Profil:
Smer x:	<i>max - max</i>	HEA 180
	<i>max - min</i>	HEA 180
	<i>min - max</i>	HEA 180
	<i>min - min</i>	HEA 200
Smer y:	<i>splošna</i>	HEA 200

5.2.6 Prečke med okvirji z centričnimi V povezji v vzdolžni smeri objekta

Prečke, katere povezujejo pomične okvirje z centričnimi V povezji morajo prenašati statične obtežbe in zadostiti predpisanim vertikalnim pomikom prečk.

Vertikalni pomiki prečk pri statični analizi se povzamejo po standardu, [32].

Vertikalni pomik prečke lahko znaša največ:

$$U_{\max} = \frac{L}{300} = \frac{8000 \text{ mm}}{300} = 26,667 \text{ mm}$$

Spodnja preglednica prikazuje izbrane profile prečke po etažah in okvirjih v vzdolžni smeri objekta z pripadajočimi vertikalnimi pomiki.

Preglednica 57: Profili in pomiki prečk v vzdolžni smeri objekta.

Prečka 8.0 m			
Nadstropje:	Lega:	profil:	pomik (mm):
1. – 4.	<i>zunanji:</i>	HEA 360	19.2
	<i>notranji:</i>	HEA 450	19.9
5.	<i>zunanji:</i>	HEA 180	17.4
	<i>notranji:</i>	HEA 220	22.2

Iz preglednice je razvidno, da so prečke v vzdolžni smeri objekta zadostile zahtevam vertikalnih pomikov, oziroma so pomiki manjši od dovoljenih 26,667 mm.

5.3 Dinamična analiza

Dinamična analiza za okvirje zajema vpliv naslednjih obtežb:

- Lastna obtežba: predstavlja lastno težo profilov, ki jo program privzame samodejno.
- Stalna obtežba predstavlja vplive definirane v poglavju 3.1.1, preglednica 1 in 2.
- Modificirana koristna obtežba, ki je definirana poglavju 3.1.2, preglednica 3 za potrebe potresne obtežne kombinacije.
- Vodoravne potresne sile v smeri x iz poglavja 3.3.8.1.
- Vodoravne potresne sile v smeri y iz poglavja 3.3.8.2.

Za potresno projektno kombinacijo je bila uporabljena kombinacija vplivov za potresna projektna stanja iz poglavja 4.3.

Pri vsakem okvirju je uporabljen koeficient geometrijske nepopolnosti, katerega se ustrezno poda v programu SCIA Engineer 2010 pod vsako nelinearno kombinacijo. Ustrezne privzete vrednosti koeficientov geometrijske nepopolnosti za posamezne okvirje so podane v poglavju 5.1, preglednica 47. Poleg tega je upoštevana tudi naključna torzija v poglavju 5.3.1, preglednica 58.

Profili elementov okvirjev, ki so dobljeni v slednjih poglavjih so izbrani na podlagi obtežb oziroma kombinacij vplivov za potresna projektna stanja, kombinacij statičnih obtežb in posebnih zahtev za jeklene konstrukcije oziroma načrtovanja nosilnosti. Vpliv kombinacij statičnih obtežb nam definira profile elementov konstrukcije, katere uporabimo za določanje potresnih obtežb z nadomestnimi horizontalnimi silami. Statična in dinamična analizo podajata red profilov elementov konstrukcije, medtem ko z načrtovano nosilnostjo, preverjamo zahteve, katere zagotavljajo predpostavljeno obnašanje konstrukcije oziroma konstrukcijskih elementov. Z tem se zagotovi plastifikacijo prerezov v naprej predpostavljenih elementih oziroma conah, ker le ti disipirajo potresna energijo v konstrukciji med samim potresom.

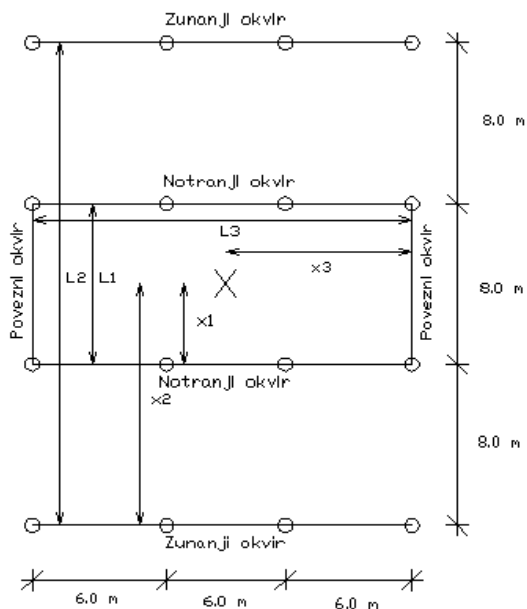
5.3.1 Vpliv naključne torzije

Vpliv naključne torzije se upošteva z povečanjem učinkov vpliva notranjih sil in pomikov v posameznih nosilnih elementih z enačbo:

$$\delta = 1 + 0,6 * \frac{X_i}{L_{ei}} \quad \text{en. 18}$$

X_i - predstavlja razdaljo obravnavanega elementa od masnega središča stavbe v tlorisu, merjena pravokotno na smer upoštevanega potresnega vpliva, tako imenovanega potresne obtežbe.

L_{ei} - razdalja med dvema skrajnima elementoma, ki prenašata vodoravne obtežbe, merjena pravokotno na smer potresnega vpliva.



Slika 24: Dimenzije razdalj za izračun naključne torzije.

Preglednica 58: Vpliv naključne torzije na okvirje.

Vpliv naključne torzije na okvirje				
Okvir:	i:	X_i :	L_i :	δ :
Notranji:	1	4	8	1.3
Zunanji:	2	12	24	1.3
Povezni:	3	9	18	1.3

5.3.2 Zunanji pomični okvir z centričnimi V povezji

5.3.2.1 Konstrukcijski elementi zunanjega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji

Z dinamično analizo so določeni konstrukcijski elementi zunanjega okvirja z centričnimi V povezji, ki so prikazani v naslednji preglednici.

Preglednica 59: Seznam konstrukcijskih elementov zunanjega okvirja z centričnimi V povezji pri dinamični analizi.

Seznam konstrukcijskih elementov zunanjega okvirja z centričnimi V povezji pri dinamični analizi.							
Element:		Lokacija:	Tip:	Oznaka:	Kosov:	Dolžina (m):	Material:
Št.:	Ime:						
1.	<i>Steber:</i>	<i>notranji:</i>	<i>HEA</i>	<i>280</i>	<i>4</i>	<i>21.42</i>	<i>S335</i>
2.	<i>Steber:</i>	<i>zunanji:</i>	<i>HEA</i>	<i>160</i>	<i>4</i>	<i>20.60</i>	<i>S335</i>
3.	<i>Prečka:</i>	<i>nads.: 1 - 4</i>	<i>HEA/HEM</i>	<i>300A/280</i>	<i>16/8</i>	<i>6.00</i>	<i>S335</i>
4.	<i>Prečka:</i>	<i>nads.: 5</i>	<i>HEA/HEM</i>	<i>160A/160</i>	<i>16/8</i>	<i>6.00</i>	<i>S335</i>
5.	<i>Diagonala:</i>	<i>pritličje</i>	<i>SCSHF</i>	<i>150/150/12</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
6.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 1</i>	<i>SCSHF</i>	<i>140/140/12,5</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
7.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 2</i>	<i>SCSHF</i>	<i>150/150/10</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
8.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 3</i>	<i>SCSHF</i>	<i>150/150/6</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
9.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 4</i>	<i>SCSHF</i>	<i>80/80/5</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
10.	<i>špera:</i>	<i>streha:</i>	<i>HEA</i>	<i>140</i>	<i>4</i>	<i>10.00</i>	<i>S335</i>

Slika: Zunanji okvir z centričnimi V povezji.

5.3.2.2 Pomiki zunanega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji

5.3.2.2.1 Horizontalni pomiki

Vrednost horizontalnih pomikov je definirana z;

$$d_r * v \leq 0,0075 * h \quad \text{en.19}$$

$$d_r * v \leq 0,0075 * 3800 \text{ mm}$$

$$d_r * v \leq 28,5 \text{ mm}$$

Vrednost v predstavlja redukcijski faktor, ki upošteva manjšo povratno dobo potresa, povezano z zahtevo po omejitvi poškodb. Standard priporoča za objekte kategorije pomembnosti 1 vrednost 0,5 in se sklicuje, da nacionalni dodatek lahko podaja druge vrednosti. Nacionalni dodatek, [33] ne podaja drugih vrednosti in potrjuje v standardu priporočene vrednosti.

Vrednost d_s predstavlja projektni etažni pomik, ki je opredeljen, [34], kot projektni etažni pomik, določen kot razlika med povprečnima vodoravnima pomikoma d_s na vrhu in dnu obravnavane etaže, ki se ga izračuna kot:

$$d_s = q_d * d_e \quad \text{en. 20}$$

Oznaka q_d predstavlja faktor obnašanja za pomike za katere je predpostavljeno, da je enakovreden q , če ni določeno drugače, medtem ko d_e predstavlja pomik točke konstrukcijskega sistema zaradi projektnega potresnega vpliva.

$$d_r * v \leq 0,0075 * h$$

$$(d_{s2} - d_{s1}) * v \leq 0,0075 * h$$

$$((q_d * d_{e2}) - (q_d * d_{e1})) * v \leq 0,0075 * h \quad ; \quad q_d = q$$

$$q * (d_{e2} - d_{e1}) * v \leq 0,0075 * h \quad ; \quad q = 0.5$$

Vrednost faktorja obnašanja q se povzame po standardu, [35]. Pri obravnavani konstrukciji je bil izbran pomični okvir z centričnimi V povezji, ki ima privzeti faktor obnašanja q z vrednostjo 2,5.

$$2.5 * (d_{e2} - d_{e1}) * v \leq 0,0075 * h \quad : \quad q = 2,5 \quad : \quad v = 0.5 \quad ; \quad h = 3800 \text{ mm}$$

$$(d_{e2} - d_{e1}) * v \leq \frac{0,0075 * 3800 \text{ mm}}{2,5} ; h = 3800 \text{ mm}$$

$$(d_{e2} - d_{e1}) * 0,5 \leq \frac{0,0075 * 3800 \text{ mm}}{2,5 * 0,5}$$

$$(d_{e2} - d_{e1}) * \leq 22,8 \text{ mm} ; d_{e2} = u_2 ; d_{e1} = u_1$$

$$u_2 - u_1 \leq 22,8 \text{ mm}$$

Največja dovoljena vrednost medetažnih horizontalnih pomikov je 22.8 mm.

Spodnja preglednica prikazuje horizontalne pomike okvirja z centričnimi V povezji pri dinamični analizi.

Preglednica 60: Horizontalni medetažni pomiki zunanjega okvirja z centričnimi V povezji pri dinamični analizi.

Horizontalni medetažni pomiki zunanjega okvirja z centričnimi V povezji pri dinamični analizi						
Dinamika:	i:	Medetažni pomiki:				Slika: Horizontalni medetažni pomiki zunanjega okvirja.
		1	2	3	4	
Pomiki (mm):	1.	4.9	4.6	4.6	4.6	
	2.	12.8	12.2	12.2	12.2	
	3.	22.6	21.8	21.7	21.7	
	4.	33.3	32.1	32	32	
	5.	41.3	40.1	40	40.2	
	6.	/	39.5	40	/	
ud,I (mm):	1.	5.4	5.2	5.1	5.1	
	2.	7.9	7.6	7.6	7.6	
	3.	9.8	9.6	9.5	9.5	
	4.	10.7	10.3	10.3	10.3	
	5.	8	8	8	8.2	
	6.	/	-0.6	0	/	

Vrednost $u_{d,i}$, predstavlja $u_{d,i} = u_2 - u_1$, razliko med zgornjim in spodnjim horizontalnim pomikom stebra v etaži, oziroma horizontalne medetažne pomike za vsako etažo. V zgornji preglednici je razvidno, da nobena vrednost $u_{d,i}$, ne presega 22,80 mm, kar pomeni, da so horizontalni medetažni pomiki stebrov v mejah predpisanih zahtev.

5.3.3 Notranji pomični okvir z centričnimi V povezji

5.3.3.1 Konstrukcijski elementi notranjega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji

Z dinamično analizo so določeni konstrukcijski elementi notranjega okvirja z centričnimi V povezji, ki so prikazani v naslednji preglednici.

Preglednica 61: *Seznam konstrukcijskih elementov notranjega okvirja z centričnimi V povezji pri dinamični analizi.*

Seznam konstrukcijskih elementov notranjega okvirja z centričnimi V povezji pri dinamični analizi							
Element:		Lokacija:	Tip:	Oznaka:	Kosov:	Dolžina (m):	Material:
Št.:	Ime:						
1.	<i>Steber:</i>	<i>notranji:</i>	<i>HEA:</i>	<i>30</i>	<i>4</i>	<i>21.42</i>	<i>S335</i>
2.	<i>Steber:</i>	<i>zunanj:</i>	<i>HEA:</i>	<i>280</i>	<i>4</i>	<i>20.6</i>	<i>S335</i>
3.	<i>Prečka:</i>	<i>nads.: 1 - 4</i>	<i>HEA/HEM:</i>	<i>340/280</i>	<i>16/8</i>	<i>6.00</i>	<i>S335</i>
4.	<i>Prečka:</i>	<i>nads.: 5</i>	<i>HEA/HEM:</i>	<i>160/160</i>	<i>16/8</i>	<i>6.00</i>	<i>S335</i>
5.	<i>Diagonala:</i>	<i>pritličje</i>	<i>SCSHF:</i>	<i>150/150/12,5</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
6.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 1</i>	<i>SCSHF:</i>	<i>150/150/12</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
7.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 2</i>	<i>SCSHF:</i>	<i>150/150/10</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
8.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 3</i>	<i>SCSHF:</i>	<i>140/140/8</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
9.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 4</i>	<i>SCSHF:</i>	<i>80/80/6</i>	<i>4</i>	<i>4.84</i>	<i>S235</i>
10.	<i>špera:</i>	<i>streha:</i>	<i>HEA:</i>	<i>160</i>	<i>4</i>	<i>10.00</i>	<i>S335</i>

Slika: *Notranji okvirj z centričnimi V povezji*

5.3.3.2 Pomiki notranjega pomičnega okvirja z centričnimi V povezji

5.3.3.2.1 Horizontalni pomiki

Spodnja preglednica prikazuje medetažne horizontalne pomike notranjega okvirja z centričnimi V povezji pri dinamični analizi. Največji dovoljeni medetažni horizontalni pomiki pri dinamični analizi so prikazani v poglavju 5.3.2.2.1.

Preglednica 62: Horizontalni medetažni pomiki notranjega okvirja z centričnimi V povezji pri dinamični analizi.

Horizontalni medetažni pomiki notranjega okvirja z centričnimi V povezji pri dinamični analizi						
Statika:	i:	Medetažni pomiki:				Slika: Horizontalni medetažni pomiki notranjega okvirja.
		1	2	3	4	
Pomiki (mm):	1.	4.7	4.5	4.5	4.5	
	2.	11.9	11.5	11.5	11.5	
	3.	20.9	20.3	20.3	20.2	
	4.	29.9	29.2	29	29	
	5.	36.8	35.9	35.8	36.1	
	6.	/	35.7	35.5	/	
ud,I (mm):	1.	5.4	5.2	5.1	5.1	
	2.	7.2	7	7	7	
	3.	9	8.8	8.8	8.7	
	4.	9	8.9	8.7	8.8	
	5.	6.9	6.7	6.8	7.1	
	6.	/	-0.2	-0.3	/	

Vrednost $u_{d,i}$, predstavlja: $u_{d,i} = u_2 - u_1$, razliko med zgornjim in spodnjim horizontalnim pomikom stebra v etaži, oziroma horizontalne medetažne pomike za vsako etažo. V zgornji preglednici je razvidno, da nobena vrednost: $u_{d,i}$, ne presega 22,80 mm, kar pomeni, da so horizontalni medetažni pomiki stebrov v mejah predpisanih zahtev.

5.3.4 Povezni pomični okvir z centričnimi V povezji

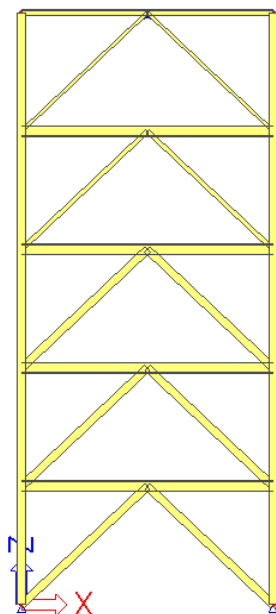
5.3.4.1 Konstrukcijski elementi pomičnega poveznega okvirja z centričnimi V povezji

Z dinamično analizo so določeni konstrukcijski elementi poveznega okvirja z centričnimi V povezji, ki so prikazani v naslednji preglednici.

Preglednica 63: *Seznam konstrukcijskih elementov poveznega okvirja z centričnimi V povezji pri dinamični analizi.*

Seznam konstrukcijskih elementov poveznega okvirja z centričnimi V povezji pri dinamični analizi							
Št.:	Element:	Lokacija:	Tip:	Oznaka:	Kosov:	Dolžina:	Material:
1.	<i>Steber:</i>	<i>notranji:</i>	<i>HEA:</i>	<i>280</i>	<i>4</i>	<i>21.42</i>	<i>S335</i>
2.	<i>Prečka:</i>	<i>nads.: 1 - 4</i>	<i>HEM:</i>	<i>300</i>	<i>8</i>	<i>6.00</i>	<i>S335</i>
3.	<i>Prečka:</i>	<i>nads.: 5</i>	<i>HEM:</i>	<i>200</i>	<i>2</i>	<i>6.00</i>	<i>S335</i>
4.	<i>Diagonala:</i>	<i>pritičje</i>	<i>SCSHF:</i>	<i>200/200/12</i>	<i>4</i>	<i>4.841</i>	<i>S235</i>
5.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 1</i>	<i>SCSHF:</i>	<i>220/220/10</i>	<i>4</i>	<i>4.841</i>	<i>S235</i>
6.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 2</i>	<i>SCSHF:</i>	<i>200/200/10</i>	<i>4</i>	<i>4.841</i>	<i>S235</i>
7.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 3</i>	<i>SCSHF:</i>	<i>140/140/12,5</i>	<i>4</i>	<i>4.841</i>	<i>S235</i>
8.	<i>Diagonala:</i>	<i>nadstropje: 4</i>	<i>SCSHF:</i>	<i>100/100/6</i>	<i>4</i>	<i>4.841</i>	<i>S235</i>

Slika: *Povezni okvirj z centričnimi V povezji.*



5.3.4.2 Pomiki pomičnega poveznega okvirja z centričnimi V povezji

5.3.4.2.1 Horizontalni pomiki

Spodnja preglednica prikazuje horizontalne pomike stebrov poveznega okvirja z centričnimi V povezji pri dinamični analizi. Dovoljeni horizontalni pomiki stebrov pri dinamični analizi so prikazani v poglavju 5.3.2.2.1.

Preglednica 64: Horizontalni medetažni pomiki poveznega okvirja z centričnimi V povezji pri dinamični analizi.

Horizontalni medetažni pomiki poveznega okvirja z centričnimi V povezji pri dinamični analizi			
Dinamika:	i:	Medetažni pomiki:	
		1	2
Pomiki (mm):	1.	6.5	6.4
	2.	16.3	16.1
	3.	27.6	27.3
	4.	38.3	37.8
	5.	47.7	47.5
ud,I (mm):	1.	7.9	7.7
	2.	9.8	9.7
	3.	11.3	11.2
	4.	10.7	10.5
	5.	9.4	9.7

Slika: Horizontalni medetažni pomiki.

Vrednost $u_{d,i}$, predstavlja: $u_{d,i} = u_2 - u_1$, razliko med zgornjim in spodnjim horizontalnim pomikom stebra v etaži, oziroma horizontalne medetažne pomike za vsako etažo. V zgornji preglednici je razvidno, da nobena vrednost: $u_{d,i}$, ne presega 22,80 mm, kar pomeni, da so horizontalni medetažni pomiki stebrov v mejah predpisanih zahtev.

5.4 Posebna pravila za jeklene konstrukcije

5.4.1 Načrtovanje nosilnosti

5.4.1.1 Relativna vitkost in faktor dodatne nosilnosti

Pravila za okvirje, [36], narekujejo, da diagonale v okvirjih z centičnimi V povezji ne smejo imeti relativne vitkosti večje od vrednosti 2.0.

Da se zagotovi enakomerno sipanje energije v vseh diagonalah v okviru se, največja vrednost faktorja dodatne nosilnosti Ω , sme od najmanjše vrednosti faktorja dodatne nosilnosti Ω razlikovati za največ 25%.

Faktor dodatne nosilnosti Ω je definiran kot:

$$\Omega = \frac{N_{pl,Rd,i}}{N_{pl,ed,i}} \quad \text{en. 21}$$

$N_{pl,Rd,i}$ predstavlja projektno nosilnost oziroma odpornost diagonale, medtem ko $N_{pl,ed,i}$ predstavlja projektno vrednost osne sile v isti diagonalni pri potresnem projektnem stanju.

Faktor dodatne nosilnosti more biti čim manjši oziroma približek vrednosti 1.0 toda ne pod vrednostjo 1.0 razlog tiči v tem, da je v kontroli stebrov in prečk potrebno upoštevati ta faktor, kar nam neugodno povečuje velikost profilov elementov in z tem povezano ceno same konstrukcije.

5.4.1.1 Zunanji okvir z centričnimi V povezji

V spodnji preglednici so prikazane vse potrebne količine za izračun kontrole relativne vitkosti in faktorja dodatne nosilnosti, kot tudi vrednosti relativne vitkosti diagonal in pripadajoči koeficienti dodatne nosilnosti za posamezni diagonalni element.

Preglednica 65: Kontrola diagonalnih elementov zunanjega okvirja z centričnimi V povezji.

Kontrola relativne vitkosti in faktorja dodatne nosilnosti diagonalnih elementov zunanjega okvirja z centričnimi V povezji							Slika: Tlačne osne sile v diagonalah.			
Količine:	Profili:					Enote:				
	1.	2.	3.	4.	5.					
I_y :	2143.50	1758.70	1653.00	1146.00	131.00	cm ⁴				
I_z :	2143.50	1758.70	1653.00	1146.00	131.00	cm ⁴				
A :	68.44	66.14	52.60	33.60	14.40	cm ⁴				
f_y :	23.50	23.50	23.50	23.50	23.50	kN/cm ²				
E :	21000.0	21000.0	2100.00	21000.0	21000.0	kN/cm ²				
π :	3.14	3.14	3.14	3.14	3.14	cm ²				
N_{rd} :	943.91	839.45	726.61	482.03	86.44	kN				
N_{ed} :	862.51	785.64	645.53	438.53	77.64	kN				
Kontrola relativne vitkosti:									Nadstropje:	Profil:
$l_{u,x}$:	484.14	484.14	484.14	484.14	484.14	cm			1.	SHSCF 150/150/12
$N_{cr,x}$:	1895.40	1555.14	1461.67	1013.36	115.84	kN	2.	SHSCF 140/140/12.5		
λ_x :	0.92	1.00	0.92	0.88	1.71	Koef.	3.	SHSCF 150/150/10		
Status :	Vredn.	Vredn.	Vredn.	Vredn.	Vredn.	/	4.	SHSCF 150/150/6		
Faktor dodatne nosilnosti:							5.	SHSCF 80/80/5		
Ω :	1.09	1.07	1.13	1.10	1.11					
MAX:	1.13	MIN:	1.07	%	5.07	< 25%				

Iz preglednice je razvidno, da najmanjši in najvišji faktor dodatne nosilnosti Ω zavzemata vrednosti 1,07 in 1.13 z 5,07 % razliko med njima, kar je manj kot predpisanih 25%. Faktor dodatne nosilnosti Ω , (z minimalno vrednostjo 1.07), za zunanji okvir z centričnimi V povezji se uporabi pri kontroli stebrov in prečk. Relativna vitkost diagonalnih elementov ustreza zahtevam standarda, saj ne presega vrednosti 2.0.

5.4.1.1.2 Notranji okvir z centričnimi V povezji

V spodnji preglednici so prikazane vse potrebne količine za izračun kontrole relativne vitkosti in faktorja dodatne nosilnosti, kot tudi vrednosti relativne vitkosti diagonal in pripadajoči koeficienti dodatne nosilnosti za posamezni diagonalni element.

Preglednica 66: Kontrola diagonalnih elementov notranjega okvirja z centričnimi V povezji.

Kontrola relativne vitkosti in faktorja dodatne nosilnosti diagonalnih elementov notranjega okvirja z centričnimi V povezji.							Slika: Tlačne osne sile v diagonalah.			
Količine:	Profili:					Enote:				
	1.	2.	3.	4.	5.					
I_y :	2207.80	2143.50	1653.00	1127.00	131.00	cm ⁴				
I_z :	2207.80	2143.50	1653.00	1127.00	131.00	cm ⁴				
A :	71.14	68.44	52.60	40.00	14.40	cm ⁴				
f_y :	23.50	23.50	23.50	23.50	23.50	kN/cm ²				
E :	21000.0	21000.0	21000.0	21000.0	21000.0	kN/cm ²				
π :	3.14	3.14	3.14	3.14	3.14	cm ²				
N_{rd} :	976.84	943.91	726.61	523.40	98.77	kN				
N_{ed} :	919.50	836.83	690.44	487.02	79.65	kN				
Kontrola relativne vitkosti:										
$l_{u,x}$:	484.14	484.14	484.14	484.14	484.14	cm				
$N_{cr,x}$:	1952.26	1895.40	1461.67	996.55	115.84	kN	Nadstropje:	Profil:		
λ_x :	0.93	0.92	0.92	0.97	1.71	Koef.	1.	SHSCF 150/150/12.5		
Status:	Vred.	Vred.	Vred.	Vred.	Vred.	/	2.	SHSCF 150/150/12		
Faktor dodatne nosilnosti:							3.	SHSCF 150/150/10		
Ω :	1.06	1.13	1.05	1.07	1.24		4.	SHSCF 140/140/8		
MAX:	1.24	MIN:	1.05	%	15.13	< 25%	5.	SHSCF 80/80/6		

Iz preglednice je razvidno, da najmanjši in najvišji faktor dodatne nosilnosti Ω zavzemata vrednosti 1,05 in 1,24 z 15,13 % razliko med njima, kar je manj kot predpisanih 25%. Faktor dodatne nosilnosti Ω , (z minimalno vrednostjo: 1,05), za notranji okvir z centričnimi V povezji se uporabi pri kontroli stebrov in prečk. Relativna vitkost diagonalnih elementov ustreza zahtevam standarda, saj ne presega vrednosti 2,0.

5.4.1.1.3 Povezni okvir z centričnimi V povezji

V spodnji preglednici so prikazane vse potrebne količine za izračun kontrole relativne vitkosti in faktorja dodatne nosilnosti, kot tudi vrednosti relativne vitkosti diagonal in pripadajoči koeficienti dodatne nosilnosti za posamezni diagonalni element.

Preglednica 67: Kontrola diagonal poveznega okvirja z centričnimi V povezji.

Kontrola relativne vitkosti in faktorja dodatne nosilnosti diagonalnih elementov poveznega okvirja z centričnim v povezjem.							Slika: Tlačne osne sile v diagonalah.			
Količine:	Profili:					Enote:				
	1.	2.	3.	4.	5.					
I_y :	5420.80	5782.00	4251.00	1758.70	311.00	cm ⁴				
I_z :	5420.80	5782.00	4251.00	1758.70	311.00	cm ⁴				
A :	84.10	80.60	72.60	66.14	21.60	cm ⁴				
f_y :	23.50	23.50	23.50	23.50	23.50	kN/cm ²				
E :	21000.00	21000.00	21000.00	21000.00	21000.00	kN/cm ²				
π :	3.14	3.14	3.14	3.14	3.14	cm ²				
N_{rd} :	1393.22	1380.10	1164.26	720.82	179.07	kN				
N_{ed} :	1358.35	1239.16	1005.49	655.46	148.67	kN				
Kontrola relativne vitkosti:									Nadstropje:	Profil:
$l_{u,x}$:	484.14	484.14	484.14	484.14	484.14	cm			1.	SHSCF 200/200/12
$N_{cr,x}$:	4793.36	5112.76	3758.96	1555.14	275.00	kN	2.	SHSCF 220/220/10		
λ_x :	0.64	0.61	0.67	1.00	1.36	koeficient	3.	SHSCF 200/200/10		
$Status$:	Vred.	Vred.	Vred.	Vred.	Vred.	/	4.	SHSCF 140/140/12.5		
Faktor dodatne nosilnosti:							5.	SHSCF 100/100/6		
Ω :	1.03	1.11	1.16	1.10	1.20					
MAX:	1.20	MIN:	1.03	%	14.85	< 25%				

Iz preglednice je razvidno, da najmanjši in najvišji faktor dodatne nosilnosti Ω zavzemata vrednosti 1,03 in 1.20 z 14,85 % razliko med njima, kar je manj kot predpisanih 25%. Faktor dodatne nosilnosti Ω , (z minimalno vrednostjo: 1.03), za povezni okvir z centričnimi V povezji se uporabi pri kontroli stebrov in prečk. Relativna vitkost diagonalnih elementov ustreza zahtevam standarda, saj ne presega vrednosti 2.0.

5.4.1.2 Kontrola stebrov in prečk.

Kontrola stebrov in prečk je povzeta z enačbo:

$$N_{pl,Rd} \geq N_{ed,G} + 1,1 * \gamma_{ov} * \Omega * N_{ed,E} \quad \text{en. 22}$$

V kateri uporabljene količine predstavljajo:

$N_{pl,Rd}$ - predstavlja projektno uklonsko nosilnost nosilca ali stebra v skladu z EN 1993 in ob upoštevanju interakcije z upogibnim momentom določenim v potresnem projektnejem stanju

$N_{ed,G}$ - predstavlja osno silo ne potresnega vpliva v potresnem projektnejem stanju

$N_{ed,E}$ - predstavlja osno silo potresnega vpliva v potresnem projektnejem stanju

5.4.1.2.1 Kontrola stebrov

Vrednost osne tlačne sile je povzeta po enačbi (en.22) z vrednostjo faktorja za dodatno nosilnost Ω , ter $\gamma_{ov} = 1.0$, katera vrednost velja za vse okvirje. Vrednost izračunane uklonske nosilnosti tlačnega elementa je povzeta iz programa SCIA Engineer 2010 po, [37].

5.4.1.2.1.1 Kontrola stebrov pomičnega zunanjskega okvirja z centričnimi V povezji

Faktor dodatne nosilnosti $\Omega = 1.07$

Steber: HEA 280; S335

Steber: HEA 160; S335

$N_{ed} = 2172,59 \text{ kN}$

$N_{ed} = 426,94 \text{ kN}$

$N_{b,Rd} = 2479,55 \text{ kN}$

$N_{b,Rd} = 1224,54 \text{ kN}$

Kontroli je zadoščeno.

Kontroli je zadoščeno.

5.4.1.2.1.2 Kontrola stebrov pomičnega notranjskega okvirja z centričnim V povezjem

Faktor dodatne nosilnosti $\Omega = 1.05$

Steber: HEA 300; S335

Steber: HEA 280; S335

$N_{ed} = 2590,55 \text{ kN}$

$N_{ed} = 727,21 \text{ kN}$

$N_{b,Rd} = 2992,21 \text{ kN}$

$N_{b,Rd} = 3172,35 \text{ kN}$

Kontroli je zadoščeno.

Kontroli je zadoščeno.

5.4.1.2.1.3 Kontrola stebrov centričnega V povezja

Faktor dodatne nosilnosti $\Omega = 1.03$

Steber: HEA 280; S335

$$N_{ed} = 2409,01 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 2479,55 \text{ kN}$$

Kontroli je zadoščeno.

5.4.1.2.2 Kontrola prečk

Vrednost osne tlačne sile je povzeta po enačbi (en.6) z vrednostjo faktorja za dodatno nosilnost, ki je podana pri vsaki kontroli ter $\gamma_{ov} = 1.0$, kateri velja za vse okvirje. Vrednost izračunane uklonske nosilnosti tlačnega elementa je povzeta iz programa SCIA Engineer po standardu, [23].

5.4.1.2.2.1 Kontrola prečk pomičnega zunanjega okvirja z centričnim V povezjem

Faktor dodatne nosilnosti $\Omega = 1.07$

Prečka: HEA 300A; S335

$$N_{ed} = 399,46 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 1520,47 \text{ kN}$$

Kontroli je zadoščeno.

Prečka: HEA 160A; S335

$$N_{ed} = 137,54 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 215,74 \text{ kN}$$

Kontroli je zadoščeno.

Prečka: HEM 280; S335

$$N_{ed} = 552,76 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 3519,16 \text{ kN}$$

Kontroli je zadoščeno.

Prečka: HEM 160; S335

$$N_{ed} = 201,55 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 717,16 \text{ kN}$$

Kontroli je zadoščeno.

5.4.1.2.2.2 Kontrola prečk pomičnega notranjega okvirja z centričnim V povezjem

Faktor dodatne nosilnosti $\Omega = 1.05$

Prečka: HEA 340; S335

$$N_{ed} = 415,42 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 2423 \text{ kN}$$

Kontroli je zadoščeno.

Prečka: HEA 160; S335

$$N_{ed} = 133,56 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 277,14 \text{ kN}$$

Kontroli je zadoščeno.

Prečka: HEM 280; S335

$$N_{ed} = 555,90 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 3519,16 \text{ kN}$$

Kontroli je zadoščeno.

Prečka: HEM 180; S335

$$N_{ed} = 98,19 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 929,65 \text{ kN}$$

Kontroli je zadoščeno.

5.4.1.2.2.3 Kontrola prečk centričnega V povezja

Faktor dodatne nosilnosti $\Omega = 1.05$

Prečka: HEM 300; S335

$$N_{ed} = 1192,27 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 8130,42 \text{ kN}$$

Kontroli je zadoščeno.

Prečka: HEM 220; S335

$$N_{ed} = 236,34 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 925,71 \text{ kN}$$

Kontroli je zadoščeno.

5.4.1.3 Dodatne kontrole za prečke

Prečke morajo v pomičnih okvirjih z centričnimi V povezji izpolnjevati naslednje zahteve, [24].

- Prečke morajo biti sposobne prevzeti vse ne potresne vplive brez upoštevanja vmesnih podpor od centričnih V diagonal.

Spodnja preglednica prikazuje profile dobljene z tem pogojem. Profili dobljeni z to kontrolo sovpadajo z uporabljenimi profili v okvirjih.

Preglednica 68: *Kontrola pečk brez vmesnih podpor centričnega V povezja.*

Kontrola prečk brez vmesnih podpor centričnega V povezja			
Prečke:	Okvir:	Etaža:	
		1. – 4.	5.
6.0 m	Zunanji:	<i>HEA 340</i>	<i>HEA 160</i>
	Notranji:	<i>HEA 300A</i>	<i>HEA 160A</i>
8.0 m	Zunanji:	<i>HEA 360</i>	<i>HEA 180</i>
	Notranji:	<i>HEA 450</i>	<i>HEA 220</i>

- Prečke v povezju morajo biti sposobni prevzeti neuravnoteženi navpični sili na nosilcu, ki sta posledica uklona tlačne diagonale v potresnem projektnem stanju. Ti sili sta tlačna in natezna sila iz diagonal centričnega V povezja. Vrednost tlačne sile:

$$N_{pl,Rd} = \gamma_{pb} * A * f_y = 0,3 * A * f_y$$

Vrednost natezne sile:

$$N_{pl,Rd} = A * f_y$$

Rezultati te kontrole so predstavljeni v spodnji preglednici.

Preglednica 69: *Kontrola prečk zaradi uklona v tlačni diagonali.*

Kontrola prečk zaradi uklona v tlačni diagonali povezja		
Okvir:	Etaža:	
	1. – 4.	5.
Zunanji:	<i>HEM 280</i>	<i>HEM 160</i>
Notranji:	<i>HEM 280</i>	<i>HEM 180</i>
Povezni:	<i>HEM 300</i>	<i>HEM 200</i>

5.4.1.4 Kontrola kompaktnosti prerezov

Kontrola kompaktnosti oziroma razvrščanje prerezov po razredih kompaktnosti se izvede v smislu nosilnosti prerezov elementov konstrukcije. Sam namen razvrščanja prerezov po kompaktnosti je ugotavljanje v kolikšni meri sta nosilnost in rotacijska kapaciteta prečnih prerezov omejeni z lokalnim izbočenjem. Pri sestavnih elementih v objektu je potrebno zaradi kontrole nosilnosti prereza in zagotavljanja ustreznega predpostavljenega obnašanja elementa zagotoviti določen razrede kompaktnosti.

Obravnavani objekt je sestavljen iz pomičnih ravninskih okvirjev z centričnimi V povezji. Pri tem tipu okvirjev se pojavljajo disipacije energije, oziroma območje sipanja energije med potresom v tlačnih in nateznih diagonalnih elementih oziroma v prerezih omenjenih elementov. Ker sipanja v stebrih in prečkah ni, je potrebno preveriti prereze profilov stebrov in prečk za nevarnost vitkega prereza oziroma četrtega razreda kompaktnosti. Pri četrtem razredu kompaktnosti v samem prerezu nastanejo lokalna izbočenja in zaradi tega ne moremo upoštevati ploščine celega prereza pri različnih nosilnostih. Kontrola razvrščanja prerezov po kompaktnosti za stebre in prečke ne bo predmet kontrole, ker je kontrola nosilnosti prerezov izračunana v programu, medtem ko je diagonalne elemente potrebno preveriti, zaradi zagotavljanja sposobnosti plastifikacije samega prereza profila v katerem se pojavlja disipacija potresne energije med samim potresom in se nahaja v točki: 5.4.1.4.1. Povzeto po, [38], se pri globalni plastični analizi pri elementih z konstantnim prečnim prerezom lahko predpostavi, da je v plastičnem členku zagotovljena zadostna rotacijska kapaciteta, če je prečni prerez elementa v območju plastičnega členka razvrščen v prvi razred kompaktnosti. Kot dodatna zahteva, [39] je za faktor obnašanja med vrednostnima dva in štiri, potrebno zagotoviti prvi ali drugi razred kompaktnosti prerezov v tem slučaju diagonalnih elementov, kjer je predpostavljeno, da prihaja do plastifikacije prerezov profila med samim potresom .

5.4.1.4.1 Kontrola razvrščanja prerezov po kompaktnosti v diagonalah

V spodnji preglednici je prikazana razporeditev prečnih prerezov diagonalnih elementov po razredu kompaktnosti.

Razred kompaktnosti prereza je največji razred kompaktnosti katerega zavzame stojina ali pasnica v obravnavanem prerezu.

Preglednica 70: Kontrola kompaktnosti prerezov za diagonalnih elementov.

Kontrola kompaktnosti							
Diagonalni elementi:							
Diagonala:	Stojina - tlak:						
	h:	t:	d:	fy (kN/cm²):	ε	d/tw < 33*ε	Status:
<i>SHSCF 220/220/10</i>	220.00	10.00	190.00	355.00	0.81	19.00 < 26.85	<u>Vredu.</u>
<i>SHSCF 200/200/12</i>	200.00	12.00	164.00	355.00	0.81	13.67 < 26.85	<u>Vredu.</u>
<i>SHSCF 200/200/10</i>	200.00	10.00	170.00	355.00	0.81	17.00 < 26.85	<u>Vredu.</u>
<i>SHSCF 150/150/12.5</i>	150.00	12.50	112.50	355.00	0.81	9.00 < 26.85	<u>Vredu.</u>
<i>SHSCF 150/150/12</i>	150.00	12.00	114.00	355.00	0.81	9.50 < 26.85	<u>Vredu.</u>
<i>SHSCF 150/150/10</i>	150.00	10.00	120.00	355.00	0.81	12.00 < 26.85	<u>Vredu.</u>
<i>SHSCF 150/150/6</i>	150.00	6.00	132.00	355.00	0.81	22.00 < 26.85	<u>Vredu.</u>
<i>SHSCF 140/140/12.5</i>	140.00	12.50	102.50	355.00	0.81	8.20 < 26.85	<u>Vredu.</u>
<i>SHSCF 140/140/8</i>	140.00	8.00	116.00	355.00	0.81	14.50 < 26.85	<u>Vredu.</u>
<i>SHSCF 100/100/6</i>	100.00	6.00	82.00	355.00	0.81	13.67 < 26.85	<u>Vredu.</u>
<i>SHSCF 80/80/6</i>	80.00	6.00	62.00	355.00	0.81	10.33 < 26.85	<u>Vredu.</u>
<i>SHSCF 80/80/5</i>	80.00	5.00	65.00	355.00	0.81	13.00 < 26.85	<u>Vredu.</u>
Diagonala:	Pasnica - tlak:						
	b:	tf:	fy (kN/cm²):	ε	d/tf: < 33*ε	Status:	
<i>SHSCF 220/220/10</i>	220.00	10.00	355.00	0.81	22.00 < 26.85	<u>Vredu.</u>	
<i>SHSCF 200/200/12</i>	200.00	12.00	355.00	0.81	15.67 < 26.85	<u>Vredu.</u>	
<i>SHSCF 200/200/10</i>	200.00	10.00	355.00	0.81	20.00 < 26.85	<u>Vredu.</u>	
<i>SHSCF 150/150/12.5</i>	150.00	12.50	355.00	0.81	12.00 < 26.85	<u>Vredu.</u>	
<i>SHSCF 150/150/12</i>	150.00	12.00	355.00	0.81	12.50 < 26.85	<u>Vredu.</u>	
<i>SHSCF 150/150/10</i>	150.00	10.00	355.00	0.81	15.00 < 26.85	<u>Vredu.</u>	
<i>SHSCF 150/150/6</i>	150.00	6.00	355.00	0.81	25.00 < 26.85	<u>Vredu.</u>	
<i>SHSCF 140/140/12.5</i>	140.00	12.50	355.00	0.81	11.20 < 26.85	<u>Vredu.</u>	
<i>SHSCF 140/140/8</i>	140.00	8.00	355.00	0.81	17.50 < 26.85	<u>Vredu.</u>	
<i>SHSCF 100/100/6</i>	100.00	6.00	355.00	0.81	16.67 < 26.85	<u>Vredu.</u>	
<i>SHSCF 80/80/6</i>	80.00	6.00	355.00	0.81	13.33 < 26.85	<u>Vredu.</u>	
<i>SHSCF 80/80/5</i>	80.00	5.00	355.00	0.81	16.00 < 26.85	<u>Vredu.</u>	

Iz preglednice je razvidno, da diagonalni elementi spadajo po kontroli stojine in pasnice v prvi razred kompaktnosti, kar zadostuje zahtevam za profile elementov v katerih se pojavijo cone sipanja med samim potresom.

5.4.1.5 Kontrola vodoravnih projekcij prečnih prereзов diagonal

Ta kontrola omejuje površino vodoravnih projektnih prečnih prereзов nateznih diagonal v dveh smereh pri potresnem vplivu. Kontrola je zadoščeno v vseh treh okvirjih z enačbo:

$$\frac{A^+ - A^-}{A^+ + A^-} < 0,05 \quad \text{en. 24}$$

Preglednica 71: Kontrola vodoravnih projekcij prečnih prereзов diagonal za povezni okvir.

Povezni okvir z centirčnim v povezjem v smeri y.		
A+:	A-:	vrednost kontrole:
400.0	400.0	0.00
484.0	484.0	0.00
400.0	400.0	0.00
196.0	196.0	0.00
100.0	100.0	0.00

Preglednica 72: Kontrola vodoravnih projekcij prečnih prereзов diagonal za notranji okvir.

Notranji pomični okvir z centirčnim v povezjem v smeri x.		
A+:	A-:	vrednost kontrole:
22499.9	22499.9	0.00
22499.9	22499.9	0.00
22499.9	22499.9	0.00
19600.0	19600.0	0.00
6400.0	6400.0	0.00

Preglednica 73: Kontrola vodoravnih projekcij prečnih prereзов diagonal za zunanji okvir.

Zunanji pomični okvir z centirčnim v povezjem v smeri x.		
A+:	A-:	vrednost kontrole:
22499.9	22499.9	0.00
19600.0	19600.0	0.00
22499.9	22499.9	0.00
22499.9	22499.9	0.00
6400.0	6400.0	0.00

5.5. Izvleček materiala za oceno teže jekla

Preglednica 74: Izvleček materiala za oceno teže jekla.

Izvleček materiala za oceno teže jekla					
Poz.:	Kos.:	Element:	Dolžina (m):	Teža na tekoči meter (kg/m):	Skupna teža (kg):
1.	4,0	HEA 160	19,00	30,40	2310,40
2.	4,0	HEA 280	20,60	76,40	6295,36
3.	16,0	HEA 300A	6,00	88,30	8476,80
4.	8,0	HEM 280	6,00	189,00	9072,00
5.	4,0	HEA 160A	6,00	23,80	571,20
6.	2,0	HEM 160	6,00	76,20	914,40
7.	4,0	HEA 140	10,00	24,70	988,00
8.	4,0	SCSHF 150/150/12	4,84	47,10	912,04
9.	4,0	SHSCF 140/140/12.5	4,84	44,80	867,51
10.	4,0	SHSCF 150/150/10	4,84	41,30	799,73
11.	4,0	SHSCF 150/150/6	4,84	26,40	511,21
12.	4,0	SHSCF 80/80/5	4,84	11,30	218,81
13.	4,0	HEA 280	19,00	76,40	5806,40
14.	4,0	HEA 300	20,60	88,30	7275,92
15.	16,0	HEA 340	6,00	105,00	10080,00
16.	8,0	HEM 280	6,00	189,00	9072,00
17.	4,0	HEA 160	6,00	30,40	729,60
18.	2,0	HEM 180	6,00	88,90	1066,80
19.	4,0	HEA 160	10,00	304,00	12160,00
20.	4,0	SHSCF 150/150/12.5	4,84	48,70	943,03
21.	4,0	SHSCF 150/150/12.5	4,84	47,10	912,04
22.	4,0	SHSCF 150/150/10	4,84	41,30	799,73
23.	4,0	SHSCF 140/140/8	4,84	31,40	608,03
24.	4,0	SHSCF 80/80/6	4,84	13,20	255,60
25.	4,0	HEA 280	19,00	76,40	5806,40
26.	2,0	HEM 300	8,00	88,30	1412,80
27.	2,0	HEM 200	8,00	105,00	1680,00
28.	4,0	SHSCF 200/200/12	5,52	66,00	1456,49
29.	4,0	SHSCF 220/220/10	5,52	63,20	1394,70
30.	4,0	SHSCF 200/200/10	5,52	57,00	1257,88
31.	4,0	SHSCF 140/140/12.5	5,52	44,80	988,65
32.	4,0	SHSCF 100/100/6	5,52	17,00	375,16

33.	4,0	HEA 450	8,00	140,00	4480,00
34.	2,0	HEM 300	8,00	238,00	3808,00
35.	6,0	HEA 360	8,00	112,00	5376,00
36.	9,0	HEA 280	6,00	76,40	4125,60
37.	4,0	HEA 220	8,00	50,50	1616,00
38.	2,0	HEM 200	8,00	131,00	2096,00
39.	6,0	HEA 180	8,00	35,50	285,00
40.	9,0	HEA 100	6,00	16,70	100,20
41.	8,0	HEA 200	26,00	42,30	8798,40
42.	24,0	D 25	8,67	3,85	800,74
Skupaj:				(kg):	129725,23
				kg / m2:	<u>82,58</u>

Vrednost porabe jekla v kilogramih na vsoto ploščin etaž z pribitkom 10% na samo težo jekla zaradi veznih sredstev je pokazatelj ekonomičnosti izbranega konstrukcijskega sistema. Ta vrednost se pri tovrstnih objektih nahaja v okolici 100 kilogramov na enoto površine.

6.0 Dimenzioniranje

6.1. Mednadstropna konstrukcija

Mednadstropna konstrukcija je sovprežnega tipa, katera je bila določena z raziskovalno nalogo, [39].

6.1.1. Dimenzioniranje

6.1.1.1. Podatki

Beton: C 20/25

Pločevina: Hi Bond 55, $t = 0.8 \text{ mm}$, $f_y = 250 \text{ Mpa}$

Armatura: RA 400/500

Strižni čepi: NELSON čepi $\varphi = 19$, $f_u = 45 \text{ kN/cm}^2$

6.1.1.2. Geometrija

Skupna debelina sovprežne plošče: $h = 12,0 \text{ cm}$

Efektivna debelina sovprežne plošče: $d_p = 12,0 \text{ cm} - \frac{5.5 \text{ cm}}{2} = 9,25 \text{ cm}$

Razmik med podpornimi prečke: $L = 400 \text{ cm}$

Razmik med začasnimi podporami: $L_{zp} = \frac{L}{2} = \frac{400 \text{ cm}}{2} = 200 \text{ cm}$

Širina podpor, (končna in začasna): $b \geq 10 \text{ mm}$

6.1.1.3. Obtežba

Lastna:	pločevina in beton	$g_L = 2,41 \text{ kN/m}^2$
	keramika:	$0,10 \text{ kN/m}^2$
	cementni estrih:	$1,25 \text{ kN/m}^2$
	izolacijske plošče: Fragmat ESP 100:	$0,10 \text{ kN/m}^2$
	predelne stene:	$0,50 \text{ kN/m}^2$
	inštalacije:	$0,20 \text{ kN/m}^2$
	spuščen strop:	$0,20 \text{ kN/m}^2$
Stalna:		$g_s = 2,26 \text{ kN/m}^2$
Koristna:		$q = 3,0 \text{ kN/m}^2$

6.1.1.4 Montažno stanje v fazi betoniranja

Razmik med podpornimi prečkami: $L = 400 \text{ cm}$

Razmik med začasnimi podporami: $L_{zp} = \frac{L}{2} = \frac{400 \text{ cm}}{2} = 200 \text{ cm}$

Kontrola dopustnega razpona: $L_{zp,max} = \min(212 \text{ cm}, 278) = 212 \text{ cm}$

Vrednosti so povzete iz: Tabele 1, Dopustni razponi HI – Bond pločevine v vlogi opaža mejna stanja nosilnosti in uporabnosti, [39].

6.1.1.5 Končno stanje:

Kontrola razmika med podporami:

Razmik med podpornimi prečkami $L = 400 \text{ cm}$

Mejno stanje nosilnosti, MSN :

$$P_{sd,MSN} = 1,35 * g_s + 1,5 * q = 1,35 * 2,26 \text{ kN/m}^2 + 1,5 * 3,0 \text{ kN/m}^2 = 7,551 \text{ kN/m}^2$$

Preglednica 75: *Dopustni razponi HI - Bond sovprežnih stropov – mejno stanje nosilnosti v cm, [41].*

Dopustni razponi HI-Bond sovprežnih stropov - mejno stanje nosilnosti v cm				
h (cm)	g1 (kN /m2)	Metoda:	Psd,MSN	
			6	8
<i>12</i>	<i>2,41</i>	<i>B5</i>	<i>l_{dop} = 479</i>	<i>l_{dop} = 435</i>

Iteracija dopustnega razpona:

$$l_{dop} = 479 + \frac{435 \text{ cm} - 479 \text{ cm}}{8 \text{ m} - 6 \text{ m}} * (7,551 \text{ m} - 6 \text{ m})$$

$$l_{dop} = 479 \text{ cm} + (-)22 \text{ cm} * 1,551 \text{ m}$$

$$l_{dop} = 479 \text{ cm} - 34,122 \text{ cm} = 444,878 \text{ cm}$$

$$l_{dop} = 444,878 \text{ cm} > 400 \text{ cm} = L$$

Mejno stanje uporabnosti, MSU:

Preglednica 76: *Dopustni razponi HI-Bond sovprežnih stropov - mejno stanje uporabnosti v cm.*

Tabela 2: Dopustni razponi HI-Bond sovprežnih stropov - mejno stanje uporabnosti v cm				
h (cm)	g1 (kN /m2)	Beton:	Psd,MSN	
			5	6
<i>12.0</i>	<i>2,41</i>	<i>C 20/25</i>	<i>l_{dop} = 424</i>	<i>l_{dop} = 406</i>

Iteracija dopustnega razpona:

$$l_{dop} = 424 + \frac{406 \text{ cm} - 424 \text{ cm}}{6 \text{ m} - 5 \text{ m}} * (5,26 \text{ m} - 5 \text{ m})$$

$$l_{dop} = 424 \text{ cm} + (-)18 \text{ cm} * 0,26 \text{ m}$$

$$l_{dop} = 424 \text{ cm} - 4,68 \text{ cm} = 419,32 \text{ cm}$$

$$l_{dop} = 419,32 \text{ cm} > 400 \text{ cm} = L$$

6.1.1.6 Potrebna armatura

Negativna armatura nad podporami:

$$A_{\text{neg.armatura}}^{\text{potrebna}} = 0,004 * 100 \text{ cm} * (12,0 \text{ cm} - 5,5 \text{ cm})$$

$$A_{\text{neg.armatura}}^{\text{potrebna}} = 0,004 * 100 \text{ cm} * 6,5 \text{ cm} = 2,6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Izbran tip armature:

$$R_{283} \rightarrow 2,83 \text{ cm}^2/\text{m} > 2,6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Potrebna armatura za raznos obtežbe položena na pločevino:

$$A_{\text{raznost}}^{\text{potrebna}} = 0,002 * 100 \text{ cm} * (12,0 \text{ cm} - 5,5 \text{ cm})$$

$$A_{\text{neg.armatura}}^{\text{potrebna}} = 0,002 * 100 \text{ cm} * 6,5 \text{ cm} = 1,3 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Izbran tip armature:

$$Q_{131} \rightarrow 1,31 \text{ cm}^2/\text{m} > 1,3 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Čepi:

Čepi morajo biti privarjeni skozi pločevino v vsak drugi val na medčepno razdaljo 30 cm. Posebno pozornost je potrebno nameniti varilnemu obloku okoli čepa kateri je jasen pokazatelj kvalitetnega in pravilnega varjenja.

Rebraste palice:

V vsakem valju pločevine se more vstaviti na sredino palica RA ϕ 10,400/500.

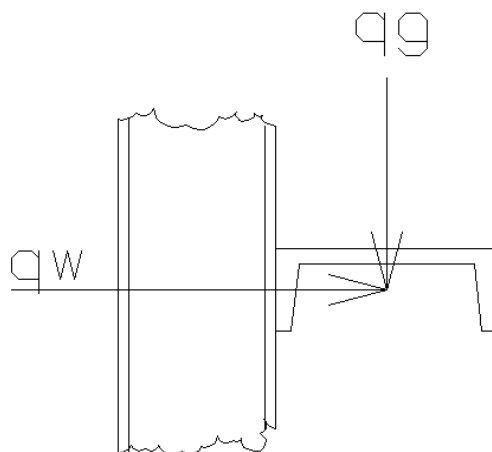
6.2 Dimenzioniranje fasade

6.2.1 Materiali.

Prečke fasadnih panelov so iz kvalitete jekla S235.

6.2.2 Geometrija

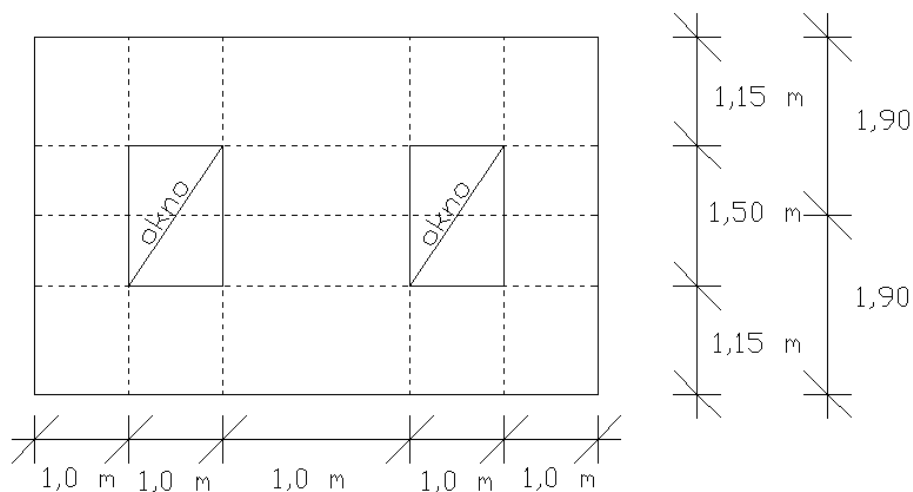
Fasada je sestavljena iz vertikalnih fasadnih panelov FTV Hss 100, (FTV Hms 100), tN = 0,60 / 0,60 mm INVISIO, z tipom pritrditve B. Razpon omenjenih panelov na robnem delu stranic, RB znaša 2,92 m z širino podpore na koncih 40 mm in v sredini 60 mm. Temperaturna skupina sovпада z drugim tipom. Delovanje obtežbe in pritrditev vertikalnih panelov na fasadne nosilce so prikazani na spodnji sliki.



Slika 25: Pritrditev in obremenitve vertikalnih fasadnih panelov na fasadna prečka.

Prečna smer:

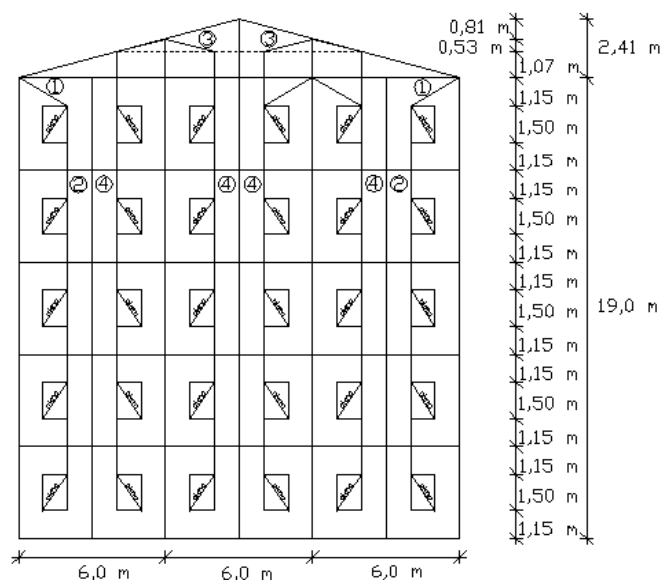
Fasadne prečke na prečni stranici objekta so dolgi 6,0 metrov in podpirajo dva okna. Fasadni prečki se nahajata na zgornji in spodnji stranici oken z pripadajočo višino fasade 1,9 m.



Slika 26: Razporeditev oken na prečni stranici objekta.

Celotna prečna stranica je razdeljena kot kaže spodnja slika. Fasadni paneli so podprti z zategami, ki se na vrhu vertikalnih stebrov združujejo in tako ostajajo v ravnotežju.

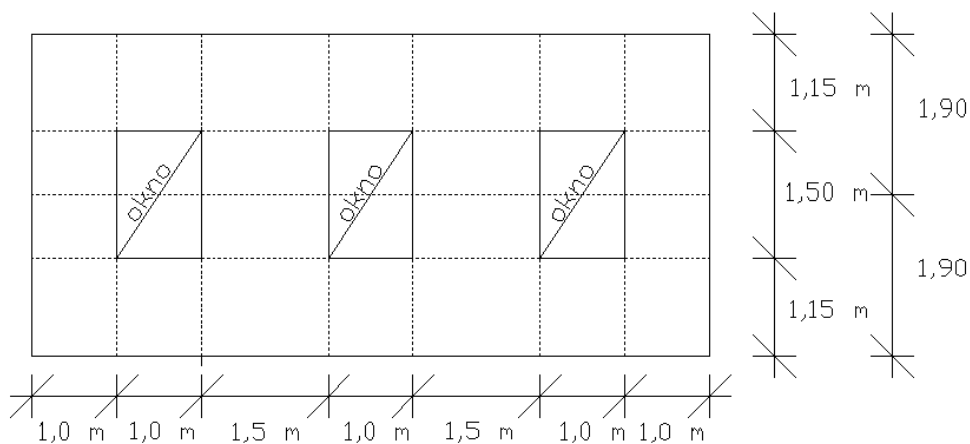
Zatege 1 - 4, predstavljajo dimenzije zateg, ki so dimenzionirane v nadaljevanju.



Slika 27: Razporeditev oken, fasadnih nosilcev in zateg na prečni stranici objekta.

Vzdolžna smer:

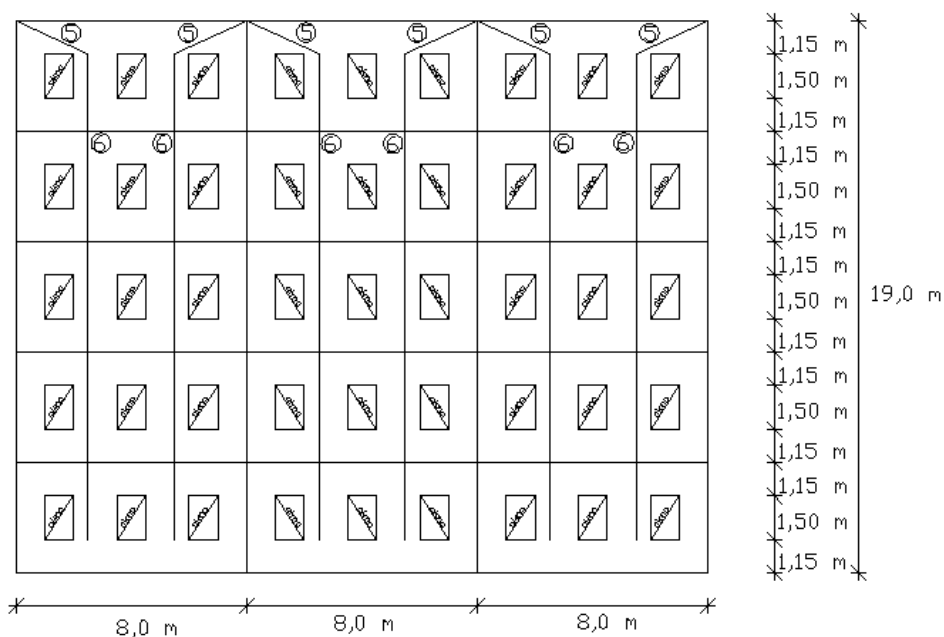
Fasadni prečki na vzdolžni stranici objekta so dolgi 8,0 metrov in podpirajo tri okna. Fasadni prečki se nahajata na zgornji in spodnji stranici oken z pripadajočo višino fasade 1,9 m



Slika 28: Razporeditev oken na vzdolžni stranici objekta.

Celotna vzdolžna stranica je razdeljena kot kaže spodnja slika. Fasadni paneli so podprti z zategami, ki se na vrhu vertikalnih stebrov združujejo in tako ostajajo v ravnotežju.

Zatege 5 - 6, predstavljajo dimenzije zateg, ki so dimenzionirane v nadaljevanju.



Slika 29: Razporeditev oken, fasadnih nosilcev in zateg na vzdolžni stranici objekta.

6.2.3 Obremenitve

Fasadna prečka je obremenjena z lastno težo ter linijsko obtežbo vetra in lastne teže vertikalnih fasadnih panelov.

Linijska obtežba vetra:

$$q_w = 1,015 \text{ Kn/m}^2 * 1,9\text{m}^2 = 1,9285 \text{ Kn/m}^1$$

Linijska lastna obtežba vertikalnih fasadnih panelov:

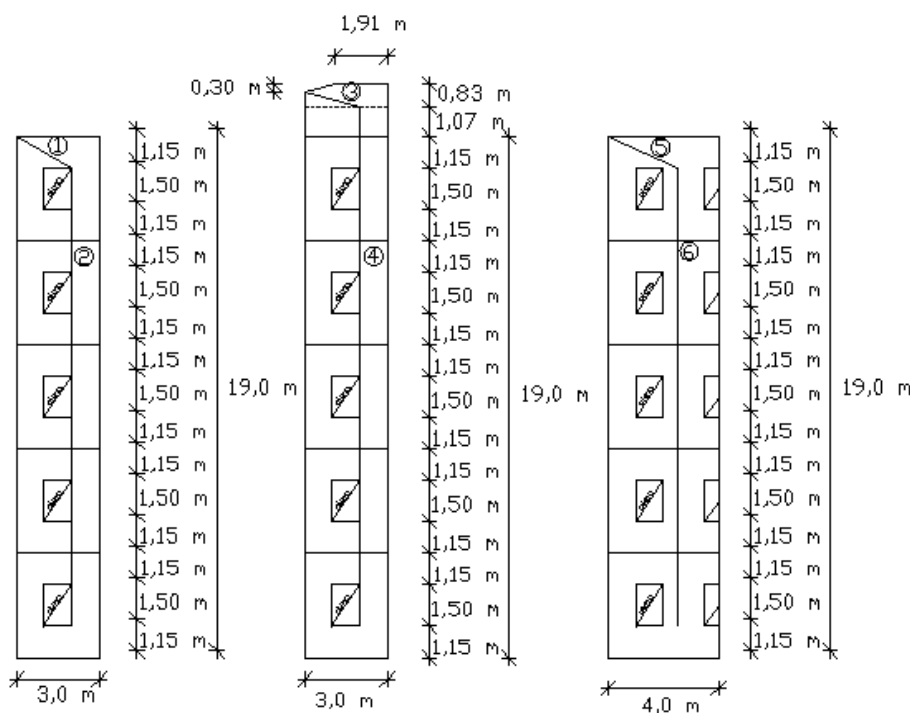
$$q_g = 0,8 \text{ Kn/m}^2 * 1,9\text{m}^2 = 1,140 \text{ Kn/m}^1$$

6.2.4 Dimenzioniranje

6.2.4.1 Dimenzioniranje fasadnih zateg

Fasadne zatege imajo dolžino 18,0 m z oznakami 1. - 6., ki pripadajo različnim pozicijam, kot je prikazano na spodnji sliki. Posamezne zatege v prečni in vzdolžni smeri pripadajo površine kot so podane na spodnji sliki.

Pripadajoča ploščina ki deluje na posamezne zatege:



Slika 30: Ploščina fasade, ki obremenjuje zatege za prečno: (levo in sredini), in vzdolžno: (skrajno desno), stranico.

Pripadajoče ploščine:

$$Pl_{\text{Prečno},1} = 19,0\text{m} * 3,0\text{m} = 57,0\text{m}^2$$

$$Pl_{\text{Prečno},2} = 20,9\text{m} * 3,0\text{m} - (1,09\text{m} * 0,30\text{m})/2 = 62,54\text{m}^2$$

$$Pl_{\text{Vzdolžno}} = 19,0\text{m} * 4,0\text{m} = 76,0\text{m}^2$$

Pripadajoče osne sile:

$$N_{\text{ed,Prečno},1} = 1,35 * 57,0\text{m}^2 * 0,80 \text{ kN/m}^2 = 61,56\text{kN}$$

$$N_{\text{ed,Prečno},2} = 1,35 * 62,54\text{m}^2 * 0,80 \text{ kN/m}^2 = 67,54\text{kN}$$

$$N_{\text{ed,Vzdolžno}} = 1,35 * 76,0\text{m}^2 * 0,80 \text{ kN/m}^2 = 82,02\text{kN}$$

Dimenzionirano vertikalnih zateg:

$$d_2 = \sqrt{\frac{61,56 \text{ kN} * 4}{\pi * 35,5 \text{ kN/cm}^2}} = 1,4859\text{cm} = 15,0\text{mm}$$

$$d_4 = \sqrt{\frac{67,54 \text{ kN} * 4}{\pi * 35,5 \text{ kN/cm}^2}} = 1,556\text{cm} = 16,0\text{mm}$$

$$d_6 = \sqrt{\frac{82,02 \text{ kN} * 4}{\pi * 35,5 \text{ kN/cm}^2}} = 1,715\text{cm} = 18,0\text{mm}$$

Izračun kotov za poševne zatege: 1, 3, in 5:

$$\alpha_1 = \text{Ctang} \frac{1,15\text{m}}{2,0\text{m}} = 29,8989^\circ$$

$$\alpha_3 = \text{Ctang} \frac{0,83\text{m}}{2,0\text{m}} = 22,538^\circ$$

$$\alpha_5 = \text{Ctang} \frac{1,15\text{m}}{2,5\text{m}} = 24,7024^\circ$$

Izračun sil v poševnih zategah: 1, 3, in 5:

$$N_{ed,Prečno,1} = \frac{64,56\text{kN}}{\sin 29,8989^\circ} = 129,5160\text{kN}$$

$$N_{ed,Prečno,2} = \frac{67,54\text{kN}}{\sin 22,538^\circ} = 176,208\text{kN}$$

$$N_{ed,Vzdolžno} = \frac{82,02\text{kN}}{\sin 24,7024^\circ} = 196,2646\text{kN}$$

Dimenzioniranje poševnih zateg: 1, 3, in 5:

$$d_1 = \sqrt{\frac{129,5160\text{kN} * 4}{\pi * 35,5 \text{ kN/cm}^2}} = 2,1552\text{cm} = 22,0\text{mm}$$

$$d_3 = \sqrt{\frac{176,208\text{kN} * 4}{\pi * 35,5 \text{ kN/cm}^2}} = 2,5139\text{cm} = 26,0\text{mm}$$

$$d_5 = \sqrt{\frac{196,2646\text{kN} * 4}{\pi * 35,5 \text{ kN/cm}^2}} = 2,6531\text{cm} = 27,0\text{mm}$$

Dimenzije zateg, ki sovpadajo z sliko 30 so povzete v spodnji preglednici.

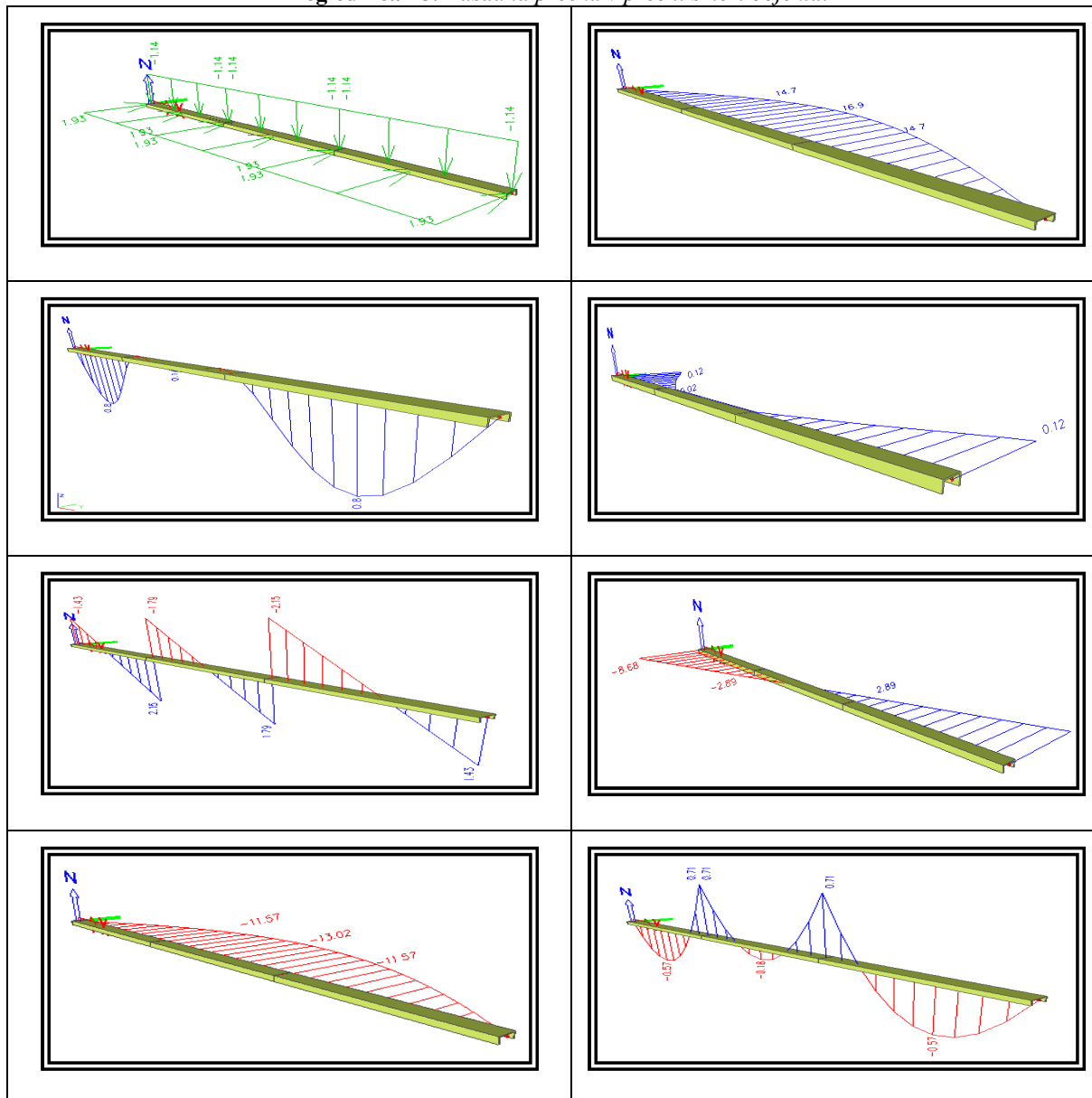
Preglednica 77: Dimenzije zateg.

Dimenzije zateg		
Zatega:	položaj zatege:	Dimenzija (mm):
1.	<i>poševno</i>	22
2.	<i>vertikalno</i>	15
3.	<i>poševno</i>	26
4.	<i>vertikalno</i>	16
5.	<i>poševno</i>	27
6.	<i>vertikalno</i>	18

6.2.4.2 Dimenzioniranje fasadnih prečk v prečni smeri

Fasadne prečke v prečni smeri so iz profilov U in so obremenjene z obtežbami iz točke 6.2.3. Spodnja preglednica prikazuje rezultate in izpise iz programa SCIA Engineer 2010.

Preglednica 78: Fasadna prečka v prečni smeri objekta.



Opombe:

- | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1). Fasadni paneli prečne smeri 6,0 m | 4). $M_z = 0,71 \text{ kN}$ | 7). Profil: U 160 |
| 2). $N_x = 0,12 \text{ KN}$ | 5). $V_y = 2,15 \text{ kN}$ | 8). $u_y = 0,8 \text{ mm}$ |
| 3). $M_y = 13,20 \text{ KN}$ | 6). $V_z = 8,68 \text{ kN}$ | 9). $u_z = 16,9 \text{ mm}$ |

Kontrola pomikov:

$$u_{y,\text{prečna smer}} = 0,80\text{mm} ; u_{y,\text{max,prečna smer}} = \frac{2000\text{mm}}{250} = 8,0\text{mm}; V\text{redu}$$

$$u_{z,\text{prečna smer}} = 16,90\text{ mm} ; u_{z,\text{max,prečna smer}} = \frac{6000\text{mm}}{250} = 24,0\text{mm}; V\text{redu}$$

$$u_{y,\text{prečna smer}} < u_{y,\text{max,prečna smer}} \rightarrow 0,80\text{mm} < 8,0\text{mm} ; V\text{redu}$$

$$u_{z,\text{prečna smer}} < u_{z,\text{max,prečna smer}} \rightarrow 16,90\text{mm} < 24,0\text{mm} ; V\text{redu}$$

Interakcija osne sile in momentov:

$$\frac{N_{\text{ed},x}}{N_{\text{pl,Rd},x}} + \frac{M_{\text{ed},y}}{M_{\text{pl,Rd},y}} + \frac{M_{\text{ed},z}}{M_{\text{pl,Rd},z}} = 1,0$$

$$N_{\text{pl,Rd},x} = A * f_y = 24,0\text{cm}^2 * 23,5\text{cm}^2 = 564\text{kN}$$

$$\frac{0,12\text{kN}}{564\text{ kN}} + \frac{13,02\text{kN}}{217,375\text{kN}} + \frac{0,71\text{kN}}{20,0455\text{kN}} = 1,0$$

$$M_{\text{pl,Rd},y} = I_y * f_y = 925\text{cm}^4 * 23,5\text{cm}^2 = 217,375\text{kNm}$$

$$0,0002 + 0,0598 + 0,354 = 1,0$$

$$M_{\text{pl,Rd},z} = I_z * f_y = 85,3\text{cm}^4 * 23,5\text{cm}^2 = 20,455\text{kNm}$$

$$0,0954 = 1,0$$

Kontrola prečnih sil:

$$V_{\text{pl,Rd},y} * 0,5 > V_{\text{ed},y}$$

$$V_{\text{pl,Rd},y} = A_v * f_y = A - (h - 2 * t_f) * t_w * 23,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$184,181\text{kN} * 0,5 > 2,15\text{kN}$$

$$V_{\text{pl,Rd},y} = 24,0\text{cm}^2 - (16\text{cm} - 2 * 1,05\text{cm}) * 0,75\text{cm} * 23,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$92,0905\text{kN} > 2,15\text{kN}; V\text{redu}$$

$$V_{\text{pl,Rd},y} = 184,181\text{kN}$$

$$V_{\text{pl,Rd},z} * 0,5 > V_{\text{ed},z}$$

$$V_{\text{pl,Rd},y} = A_v * f_y = 1,04 * h * t_w * 23,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$169,325\text{kN} * 0,5 > 8,68\text{kN}$$

$$V_{\text{pl,Rd},y} = 1,04 * 16,0\text{cm} * 0,75\text{cm} * 23,5 \text{ kN/cm}^2$$

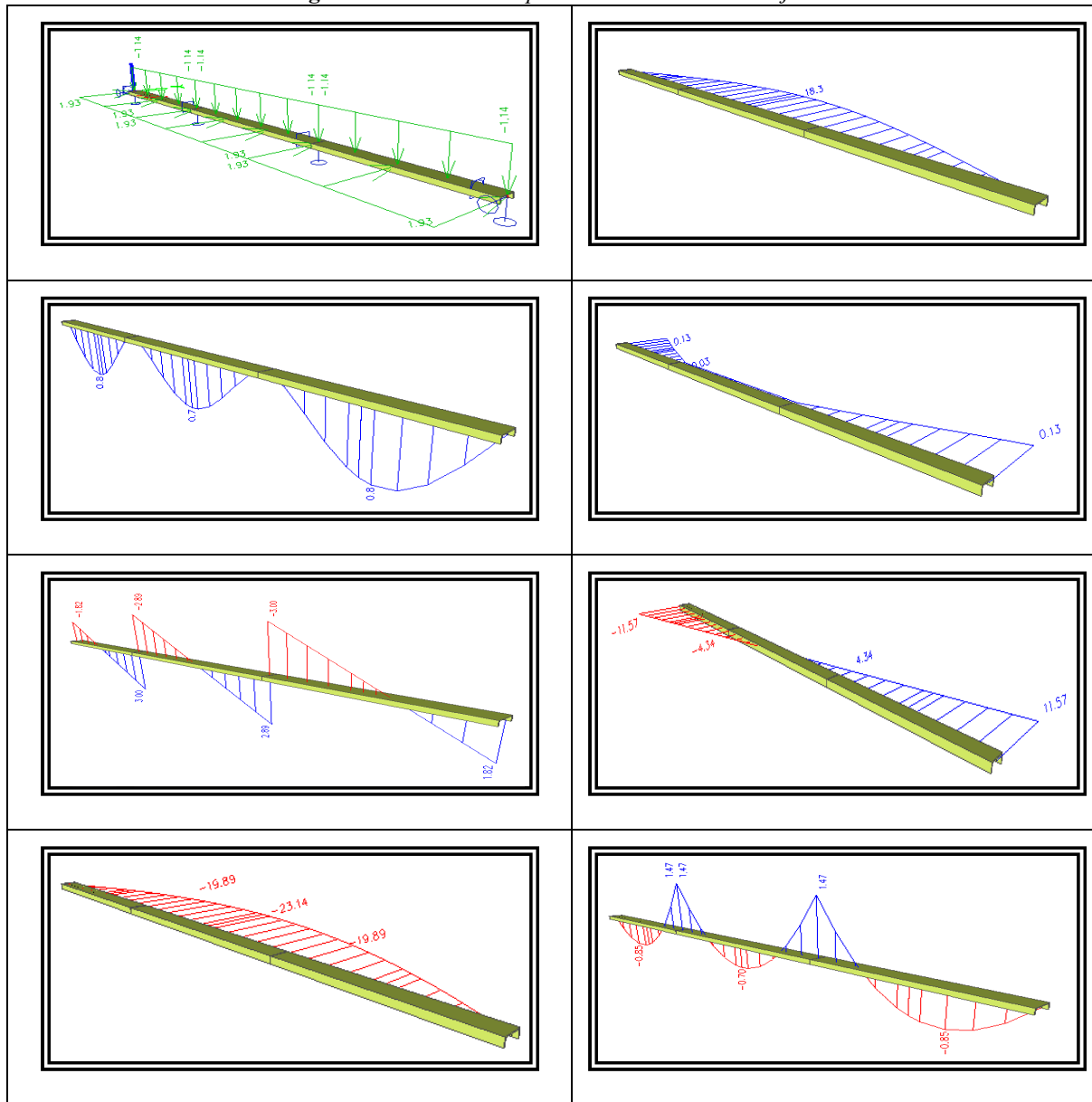
$$84,6625\text{kN} > 8,68\text{kN}; V\text{redu}$$

$$V_{\text{pl,Rd},y} = 169,325\text{kN}$$

6.2.4.3. Dimenzioniranje fasadnih prečk v vzdolžni smeri.

Fasadne prečke v vzdolžni smeri so iz profilov U in so obremenjene z obtežbami iz točke 6.2.3. Spodnja preglednica prikazuje rezultate in izpise iz programa SCIA Engineer 2010.

Preglednica 79: Fasadne prečke v vzdolžni smeri objekta.



Opombe:

- | | | |
|---|------------------------------|-----------------------------|
| 1). Fasadni paneli vzdolžne smeri 8,0 m | 4). $M_z = 1,47 \text{ kN}$ | 7). Profil: U 220 |
| 2). $N_x = 0,13 \text{ kN}$ | 5). $V_y = 3,0 \text{ kN}$ | 8). $u_y = 0,8 \text{ mm}$ |
| 3). $M_y = 23,14 \text{ kN}$ | 6). $V_z = 11,57 \text{ kN}$ | 9). $u_z = 18,3 \text{ mm}$ |

Kontrola pomikov:

$$u_{y,\text{prečna smer}} = 0,80\text{mm} ; u_{y,\text{max,prečna smer}} = \frac{2000\text{mm}}{250} = 8,0\text{mm}$$

$$u_{z,\text{prečna smer}} = 18,30\text{ mm} ; u_{z,\text{max,prečna smer}} = \frac{6000\text{mm}}{250} = 24,0\text{mm}$$

$$u_{y,\text{prečna smer}} < u_{y,\text{max,prečna smer}} \rightarrow 0,80\text{mm} < 8,0\text{mm} ; V\text{redu}$$

$$u_{z,\text{prečna smer}} < u_{z,\text{max,prečna smer}} \rightarrow 18,30\text{mm} < 24,0\text{mm} ; V\text{redu}$$

Interakcija osne sile in momentov:

$$\frac{N_{\text{ed},x}}{N_{\text{pl,Rd},x}} + \frac{M_{\text{ed},y}}{M_{\text{pl,Rd},y}} + \frac{M_{\text{ed},z}}{M_{\text{pl,Rd},z}} = 1,0$$

$$N_{\text{pl,Rd},x} = A * f_y = 37,4\text{cm}^2 * 23,5\text{cm}^2 = 878, \text{kN}$$

$$\frac{0,13\text{kN}}{878,9 \text{kN}} + \frac{23,14\text{kN}}{632,14\text{kN}} + \frac{1,47\text{kN}}{46,295\text{kN}} = 1,0$$

$$M_{\text{pl,Rd},y} = I_y * f_y = 2690\text{cm}^4 * 23,5\text{cm}^2 = 632,15\text{kNm}$$

$$0,0001 + 0,0366 + 0,0317 = 1,0$$

$$M_{\text{pl,Rd},z} = I_z * f_y = 197\text{cm}^4 * 23,5\text{cm}^2 = 46,295\text{kNm}$$

$$0,0684 = 1,0$$

Kontrola prečnih sil:

$$V_{\text{pl,Rd},y} * 0,5 > V_{\text{ed},y}$$

$$V_{\text{pl,Rd},y} = A_v * f_y = A - (h - 2 * t_f) * t_w * 23,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$270,540\text{kN} * 0,5 > 3,0\text{kN}$$

$$V_{\text{pl,Rd},y} = 37,4,0\text{cm}^2 - (22\text{cm} - 2 * 1,30\text{cm}) * 0,90\text{cm} * 23,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$135,27\text{kN} > 3,0\text{kN}; V\text{redu}$$

$$V_{\text{pl,Rd},y} = 270,540\text{kN}$$

$$V_{\text{pl,Rd},z} * 0,5 > V_{\text{ed},z}$$

$$V_{\text{pl,Rd},y} = A_v * f_y = 1,04 * h * t_w * 23,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$169,325\text{kN} * 0,5 > 11,57\text{kN}$$

$$V_{\text{pl,Rd},y} = 1,04 * 22,0\text{cm} * 0,90\text{cm} * 23,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$84,6625\text{kN} > 11,57\text{kN}; V\text{redu}$$

$$V_{\text{pl,Rd},y} = 279,3867\text{kN}$$

6.2.5. Naležne širine med fasadnimi prečkami in fasadnimi vertikalnimi paneli

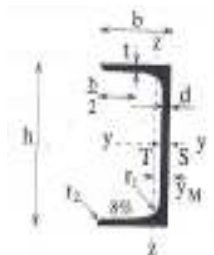
Pri podpiranju fasadnih vertikalnih panelov je potrebno zagotoviti ustrezne naležne širine med fasadnimi paneli in fasadnimi prečkami. V spodnji preglednici so prikazane dimenzije

profilov U ter zahtevanih naležnih širin med fasadnimi paneli in fasadnimi prečkami z tipom pritrditve B, kot je prikazan na sliki v preglednici.

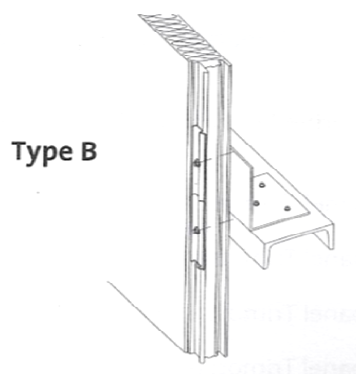
Preglednica 80: Naležne širine med fasadnimi prečkami in fasadnimi vertikalnimi paneli.

U Profili			Podpiranje v podporah (mm)	
Profil:	b (mm)	h (mm)	krajna:	vmesna:
<i>U 160</i>	65	160	40	60
<i>U 220</i>	80	220		

Slika: Dimenzije U profila.



Slika : Tip pritrditve vertikalnih fasadnih panelov na fasadne prečke.



6.2 Temelji

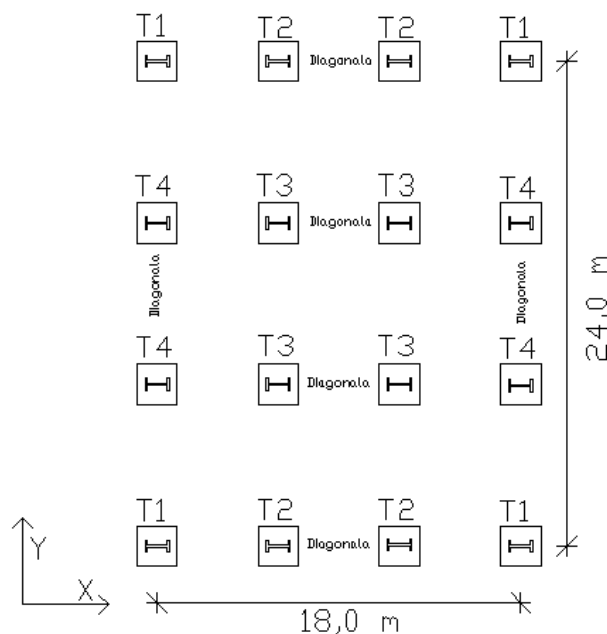
Temelji objekta so plitvi točkovni z kvadratnim tlorisom. Karakteristike temeljnih tal so c: 25.00, ϕ : 22.0, cu: 100 in γ : 20.5 kN/m³.

Dimenzioniran temelj mora prevzeti naslednje obremenitve:

- statične obremenitve »MSN« (pogosto tlačne reakcije)
- dinamične obremenitve »projektno potresno stanje« (tlačne in dvižne reakcije)
- kontrola temelja na dvižno silo, ki se pojavi kot vertikalna komponenta osne sile v elementu diagonale povezja, zaradi potresnih obremenitev med potresom, ki silijo temelj v izrivanje. To silo se premaguje z lastno težo temelja, medtem ko bi bila možna tudi uporaba pilota v primeru, da je temelj prevelikih dimenzij.

Obravnavani temelj prevzema statične in dinamične obremenitve v svoji ravnini okvirja. Če je steber na temelju bil tudi sestavni element povezja v drugi ravnini, je potrebno kombinirati potresne reakcije na temelj z razmerjem 100% v eni smeri in 30% v drugi smeri.

Spodnja slika prikazuje razpored in označbe temeljev, kateri imajo isti način dimenzioniranja oziroma kontrol. Vseh šestnajst temeljev razdelimo v štiri skupine, T1, T2, T3, T4 po štiri temelje. Predpostavljeno je, da sile, ki povzročajo izrivanje prevzame tlak z nasutjem v pritličju.



Slika 31: Oznake in razpored temeljev.

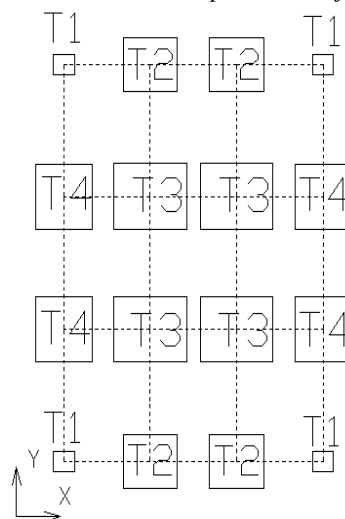
6.2.1 Povzetek končnih dimenzij temeljev

Spodnja preglednica je povzetek kvadratnih točkovnih temeljev, kateri so potrebni za prenos nastalih obtežb objekta na temeljna tla.

Preglednica 81: Dimenzije kvadratnih točkovnih temeljev.

Dimenzije kvadratnih točkovnih temeljev							
Temelj:	L (m):	B (m):	H (m):	G _{tem} (kN):	Napetost kN/m ² σ _{max} :	Nedrenirano stanje kN/m ² R/A:	Drenirano stanje kN/m ² R/A:
T1:	1,40	1,40	0,8	39,20	411,71	456,48	493,13
T2:	3,0	3,0	1,25	281,25	332,89	466,12	442,25
T3:	2,9	2,9	0,8	168,20	389,20	456,96	524,16
T4:	3,5	3,5	1,5	459,38	306,11	471,27	634,49

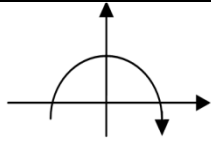
Slika: Oznake in razpored temeljev.



6.2.2 Dimenzioniranje temelja T1

- Reakcije

Preglednica 82: Reakcije temelja T1.

Obremenitve temelja T1			
Statična obtežba			
<i>Ned:</i>	767.76	-	kN
<i>Med:</i>	-	-	kNm
<i>Ved:</i>	5.99	-2.34	kN
Projektno potresno stanje:			
<i>Ned:</i>	426.04	-	kN
<i>Med:</i>	-	-	kNm
<i>Ved:</i>	1.85	-	kN
Končni izbor obremenitev:			
<i>Ned:</i>	767.76	-	kN
<i>Med:</i>	-	-	kNm
<i>Ved:</i>	5.99	-2.34	kN
Opomba:			
Pozitivna smer reakcij.			

- Dimenzioniranje

Dimenzije temelja:

L: 1,40 m

Napetost: $\sigma_{\max} = 411,71 \text{ kN/m}^2$

B: 1,40 m

Nedrenirani pogoji: $\frac{R}{A} = 456,48 \text{ kN/m}^2$

H: 0,80 m

Drenirani pogoji: $\frac{R}{A} = 493,13 \text{ kN/m}^2$

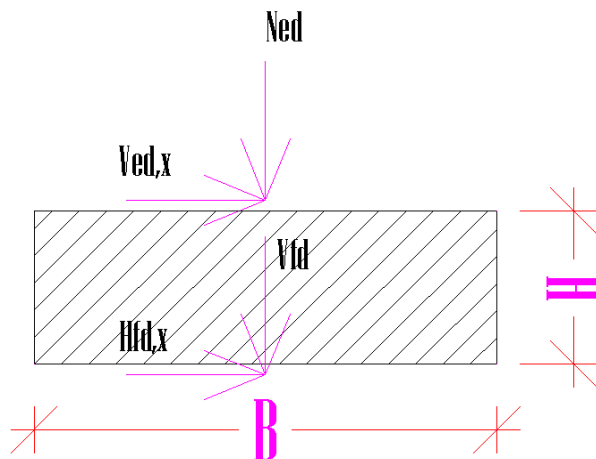
Teža temelja:

$G_{tem1} = 39,20 \text{ kN}$

Izračun nosilnosti tal za kvadraten tip temelja T1 - dinamična analiza.

1.0) Lastnosti temelja:

L:	1.40	m
B:	1.40	m
H:	0.80	m
γ_{bet}:	25.00	Kn/m³
A':	1.96	m²
G_{tem}:	39.20	Kn
W_x:	0.46	m³
W_y:	0.46	m⁴



2.0) Obtežba na temeljna tla:

N_{ed}	767.76	Kn	→	V_{Fd} :	806.96	kN
V_{Ed,x} :	5.99	kN	→	H_{Fd,x} :	5.99	kN
V_{Ed,y} :	0.00	kN	→	H_{Fd,y} :	0.00	kN
M_{Ed,x} :	0.00	kNm	→	M_{Fd,x} :	0.00	kNm
M_{Ed,y} :	0.00	kNm	→	M_{Fd,y} :	0.00	kNm

3.0) Vpliv excentričnosti:

L/6:	0.23	m
el:	0.00	m
el < L/6		Vredu.
B/6:	0.23	m
eb:	0.00	m
eb < b/6		Vredu.

4.0) Materialni varnostni faktorji:

γ_{ϕ}:	1.25
γ_c:	1.25
γ_{cu}:	1.40
γ_{γ}:	1.00

σ_{max} : 411.71 **Kn/m²**

el < L/6, eb < b/6 → **A' = B * L** celotna temeljna ploskev
 če pogoj ni izpolnjen se tlačno ploskev ustrezno reducira

5.0) Račun nosivosti temeljnih tal:

EN 1997-1, dodatek D

c:	25.00		→	c_d:	20.00			
φ:	22.00	radiani:	0.38	→	φ_d:	0.31	radiani:	17.91
c_u:	100.00		→	c_{ud}:	71.43			
γ:	20.50							

5.1) Nedrenirani pogoji:

q:	16.40
S_c:	1.20
b_c:	1.00
i_c:	1.00

Odklon dna temeljne ploskve od horizontale

α:	0
-----------	---

R/A':	456.48	kN/m²	<i>Zadostuje potrebni nosilnosti.</i>
--------------	--------	-------------------------	---------------------------------------

5.2) Drenirani pogoji:

nosilnost tal

N_q:	5.21
N_c:	13.03
N_γ:	2.72

Nagib temeljne ploskve:

b_c:	1.00
b_q:	1.00

Oblika temelja:

s_q:	1.31
s_γ:	0.70
s_c:	1.38

Nagib obtežbe, ki ga povzroča horizontalna sila H:

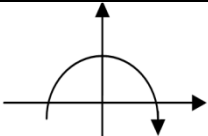
i_c:	0.99		
i_q:	0.99		
i_γ:	0.98		
θ:	89.30	radiani:	1.56
m_L:	1.50		
m_B:	1.50		
m:	1.50		

R/A':	493.13	kN/m²	<i>Zadostuje potrebam nosilnost</i>
--------------	--------	-------------------------	-------------------------------------

6.2.3 Dimenzioniranje temelja T2

- Reakcije

Preglednica 83: Reakcije temelja T2.

Obremenitve temelja T2			
Statična obtežba			
<i>Ned:</i>	1488.31	-	kN
<i>Med:</i>	-	-	kNm
<i>Ved:</i>	77.96	-115.95	kN
Projektno potresno stanje:			
<i>Ned:</i>	2714.73	-1316.21	kN
<i>Med:</i>	-	-	kNm
<i>Ved:</i>	-	-522.55	kN
Končni izbor obremenitev:			
<i>Ned:</i>	2714.73	-1316.21	kN
<i>Med:</i>	-	-	kNm
<i>Ved:</i>	77.96	-522.55	kN
Opomba:			
Pozitivna smer reakcij.			

- Dimenzioniranje

Dimenzije temelja:	L: 2,80 m	Napetost: $\sigma_{\max} = 366,27 \text{ kN/m}^2$
	B: 2,80 m	Nedrenirani pogoji: $\frac{R}{A} = 456,95 \text{ kN/m}^2$
	H: 0,80 m	Drenirani pogoji: $\frac{R}{A} = 382,57 \text{ kN/m}^2$
Teža temelja:	$G_{\text{tem1}} = 156,80 \text{ kN}$	

• **Kontrola**

Kontrola proti iztrgu temelja zaradi natezne sile v elementu diagonale povezja pri projektnejm potresnem stanju.

$$N_{ed} = 739,05 \text{ kN}$$

$$N_{ed,z} = \text{SIN} \left(\text{Atan} \frac{3800 \text{ mm}}{6000 \text{ mm}} \right) * N_{ed} = 395,430 \text{ kN}$$

$$N_{ed,z} - 120 \text{ kN} = 395,430 \text{ kN} - 120 \text{ kN} = 275,430 \text{ kN}$$

Nove dimenzije temelja: L: 3,0 m

Napetost: $\sigma_{\max} = 332,89 \text{ kN/m}^2$

B: 3,0 m

Nedrenirani pogoji: $\frac{R}{A} = 466,12 \text{ kN/m}^2$

H: 1,25 m

Drenirani pogoji: $\frac{R}{A} = 442,25 \text{ kN/m}^2$

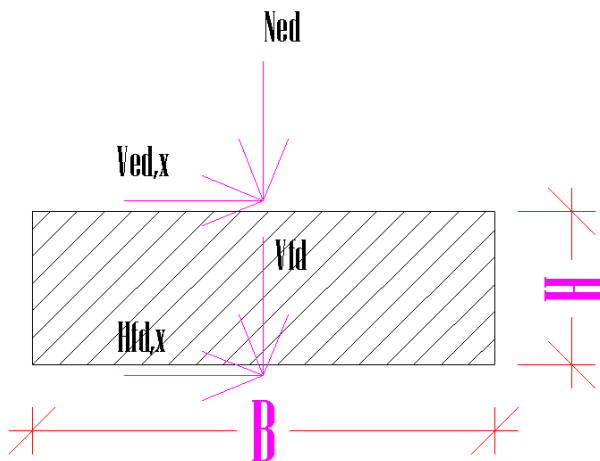
Teža temelja:

$$G_{tem1} = 281,25 \text{ kN}$$

Izračun nosilnosti tal za kvadraten tip temelja T2 - dinamična analiza.

1.0) Lastnosti temelja:

L:	2.80	m
B:	2.80	m
H:	0.80	m
γ_{bet}:	25.00	Kn/m3
A':	7.84	m2
G_{tem}:	156.80	Kn
W_x:	3.66	m3
W_y:	3.66	m4



2.0) Obtežba na temeljna tla:

N_{ed}	2714.73	Kn	→	V_{Fd} :	2871.53	kN
$V_{Ed,x}$:	522.55	kN	→	$H_{Fd,x}$:	522.55	kN
$V_{Ed,y}$:	0.00	kN	→	$H_{Fd,y}$:	0.00	kN
$M_{Ed,x}$:	0.00	kNm	→	$M_{Fd,x}$:	0.00	kNm
$M_{Ed,y}$:	0.00	kNm	→	$M_{Fd,y}$:	0.00	kNm

3.0) Vpliv excentričnosti:

$$\begin{aligned} L/6: & 0.47 \quad \text{m} \\ e_l: & 0.00 \quad \text{m} \\ e_l < L/6 & \quad \text{Vred.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B/6: & 0.47 \quad \text{m} \\ e_b: & 0.00 \quad \text{m} \\ e_b < b/6 & \quad \text{Vred.} \end{aligned}$$

$$\sigma_{\max}: 366.27 \quad \text{Kn/m}^2$$

$e_l < L/6, e_b < b/6 \rightarrow A' = B * L$ celotna temeljna ploskev
če pogoj ni izpolnjen se tlačno ploskev ustrezno reducira

4.0) Materialni varnostni faktorji:

$$\begin{aligned} \gamma_{\phi}: & 1.25 \\ \gamma_{c'}: & 1.25 \\ \gamma_{cu}: & 1.40 \\ \gamma_{\gamma}: & 1.00 \end{aligned}$$

5.0) Račun nosinosti temeljnih tal:

EN 1997-1, dodatek D

$$\begin{array}{llll} c: & 25.00 & \rightarrow & c_d: & 20.00 \\ \phi: & 22.00 & \text{radiani: } 0.38 & \rightarrow & \phi_d: & 0.31 & \text{radiani: } 17.91 \\ c_u: & 100.00 & \rightarrow & c_{ud}: & 71.43 \\ \gamma: & 20.50 & & & & & \end{array}$$

5.1) Nedrenirani pogoji:

$$\begin{aligned} q: & 16.40 \\ S_c: & 1.20 \\ b_c: & 1.00 \\ i_c: & 1.00 \end{aligned}$$

Odklon dna temeljne ploskve od horizontale

$$\alpha: 0$$

$$R/A': 456.95 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{Zadostuje potrebni nosilnosti.}$$

5.2) Drenirani pogoji:

nosilnost tal

$N_q:$ 5.21
 $N_c:$ 13.03
 $N_\gamma:$ 2.72

Nagib temeljne ploskve:

$b_c:$ 1.00
 $b_q:$ 1.00

Oblika temelja:

$s_q:$ 1.31
 $s_\gamma:$ 0.70
 $s_c:$ 1.38

Nagib obtežbe, ki ga povzroča horizontalna sila H:

$i_c:$ 0.72
 $i_q:$ 0.78
 $i_\gamma:$ 0.66
 $\theta:$ 89.30
 $m_L:$ 1.50
 $m_B:$ 1.50
 $m:$ 1.50

radijani: 1.56

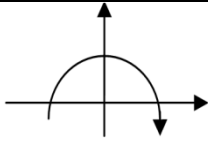
$R/A':$ 382.57 kN/m²

Zadostuje potrebam nosilnosti.

6.2.4 Dimenzioniranje temelja T3

- Reakcije

Preglednica 84: Reakcije temelja T3.

Obremenitve temelja T3			
Statična obtežba			
<i>Ned:</i>	2579.99	-	kN
<i>Med:</i>	-	-	kNm
<i>Ved:</i>	143.23	-240.05	kN
Projektno potresno stanje:			
<i>Ned:</i>	3104.93	-958	kN
<i>Med:</i>	-	-	kNm
<i>Ved:</i>	-	-556.35	kN
Končni izbor obremenitev:			
<i>Ned:</i>	3104.93	-958	kN
<i>Med:</i>	-	-	kNm
<i>Ved:</i>	143.23	-556.35	kN
Opomba:			
Pozitivna smer reakcij.			

- Dimenzioniranje

Dimenzije temelja:	L: 2,90 m	Napetost: $\sigma_{\max} = 389,20 \text{ kN/m}^2$
	B: 2,90 m	Nedrenirani pogoji: $\frac{R}{A} = 456,96 \text{ kN/m}^2$
	H: 0,80 m	Drenirani pogoji: $\frac{R}{A} = 391,79 \text{ kN/m}^2$
Teža temelja:		$G_{tem1} = 168,20 \text{ kN}$

• **Kontrola**

Kontrola proti iztrgu temelja zaradi natezne sile v elementu diagonale povezja pri projektne potresnem stanju.

$$N_{ed} = 699,50 \text{ kN}$$

$$N_{ed,z} = \text{SIN} \left(\text{Atan} \frac{3800 \text{ mm}}{6000 \text{ mm}} \right) * N_{ed} = 374,269 \text{ kN}$$

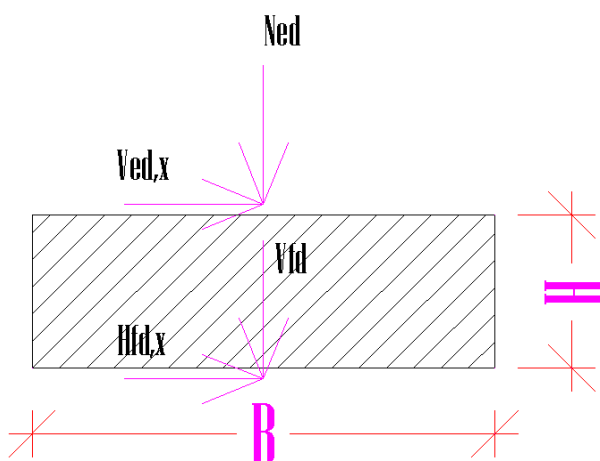
$$N_{ed,z} - 120 \text{ kN} = 374,269 \text{ kN} - 240 \text{ kN} = 134,269 \text{ kN}$$

Ni potrebe po povečanju dimenzij temelja.

Izračun nosilnosti tal za kvadraten tip temelja T3 - dinamična analiza.

1.0) Lastnosti temelja:

L:	2.90	m
B:	2.90	m
H:	0.80	m
γ_{bet}:	25.00	Kn/m3
A':	8.41	m2
G_{tem}:	168.20	Kn
W_x:	4.06	m3
W_y:	4.06	m4



2.0) Obtežba na temeljna tla:

N_{ed}	3104.93	Kn	→	V_{Fd}	3273.13	kN
V_{Ed,x}	556.35	kN	→	H_{Fd,x}	556.35	kN
V_{Ed,y}	0.00	kN	→	H_{Fd,y}	0.00	kN
M_{Ed,x}	0.00	kNm	→	M_{Fd,x}	0.00	kNm
M_{Ed,y}	0.00	kNm	→	M_{Fd,y}	0.00	kNm

3.0) Vpliv excentričnosti:

$$\begin{array}{llll} \mathbf{L/6:} & 0.48 & \mathbf{m} & \\ \mathbf{el:} & 0.00 & \mathbf{m} & \\ \mathbf{el} & < & \mathbf{L/6} & \mathbf{Vredu.} \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \mathbf{B/6:} & 0.48 & \mathbf{m} & \\ \mathbf{eb:} & 0.00 & \mathbf{m} & \\ \mathbf{eb} & < & \mathbf{b/6} & \mathbf{Vredu.} \end{array}$$

$$\sigma_{\max} : 389.20 \quad \mathbf{Kn/m^2}$$

$el < L/6, eb < b/6 \rightarrow A' = B * L$ celotna temeljna ploskev
če pogoj ni izpolnjen se tlačno ploskev ustrezno reducira

4.0) Materialni varnostni faktorji:

$$\begin{array}{ll} \gamma_{\phi}: & 1.25 \\ \gamma_{c'}: & 1.25 \\ \gamma_{cu}: & 1.40 \\ \gamma_{\gamma}: & 1.00 \end{array}$$

5.0) Račun nosinosti temeljnih tal:

EN 1997-1, dodatek D

$$\begin{array}{llllll} \mathbf{c:} & 25.00 & & \rightarrow & \mathbf{c_d:} & 20.00 \\ \mathbf{\phi:} & 22.00 & \mathbf{radiani:} & 0.38 & \rightarrow & \mathbf{\phi_d:} & 0.31 & \mathbf{radiani:} & 17.91 \\ \mathbf{c_u:} & 100.00 & & \rightarrow & \mathbf{c_{ud}:} & 71.43 \\ \mathbf{\gamma:} & 20.50 & & & & & & & \end{array}$$

5.1) Nedrenirani pogoji:

$$\begin{array}{ll} \mathbf{q:} & 16.40 \\ \mathbf{S_c:} & 1.20 \\ \mathbf{b_c:} & 1.00 \\ \mathbf{i_c:} & 1.00 \end{array}$$

Odklon dna temeljne ploskve od horizontale

$$\alpha: 0$$

$$\mathbf{R/A':} \quad 456.96 \quad \mathbf{kN/m^2} \quad \mathbf{Zadostuje potrebni nosilnosti.}$$

5.2) Drenirani pogoji:

nosilnost tal

$N_q:$ 5.21
 $N_c:$ 13.03
 $N_\gamma:$ 2.72

Nagib temeljne ploskve:

$b_c:$ 1.00
 $b_q:$ 1.00

Oblika temelja:

$s_q:$ 1.31
 $s_\gamma:$ 0.70
 $s_c:$ 1.38

Nagib obtežbe, ki ga povzroča horizontalna sila H:

$i_c:$ 0.74
 $i_q:$ 0.79
 $i_\gamma:$ 0.67
 $\theta:$ 89.30
 $m_L:$ 1.50
 $m_B:$ 1.50
 $m:$ 1.50

radijani: 1.56

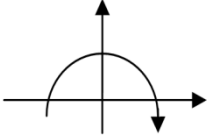
$R/A':$ 391.79 kN/m^2

Zadostuje potrebam nosilnosti

6.2.5 Dimenzioniranje temelja T4

- Reakcije

Preglednica 85: Reakcije temelja 34..

Obremenitve temelja T4			
Statična obtežba x smer:			
<i>Ned:</i>	1365.52	-	kN
<i>Med,x:</i>	-	-	kNm
<i>Ved,x:</i>	12.9	-6.5	kN
Projektno potresno stanje x smer:			
<i>Ned:</i>	725.56	-	kN
<i>Med,x:</i>	-	-	kNm
<i>Ved,x:</i>	4.41	-	kN
Projektno potresno stanje y smer:			
<i>Ned:</i>	3072.78	-2933.91	kN
<i>Med,y:</i>	-	-	kNm
<i>Ved,y:</i>	979.56	-	kN
Končni izbor obremenitev:			
<i>Ned:</i>	3290.448	-1568.39	kN
<i>Med,x:</i>	-	-	kNm
<i>Med,y:</i>	-	-	kNm
<i>Ved,x:</i>	12.9	-6.5	kN
<i>Ved,y:</i>	979.56	-	kN
Opomba:			
Pozitivna smer reakcij.			

- Dimenzioniranje

Dimenzije temelja:	L: 2,80 m	Napetost: $\sigma_{\max} = 439,70 \text{ kN/m}^2$
	B: 2,80 m	Nedrenirani pogoji: $\frac{R}{A} = 456,95 \text{ kN/m}^2$
	H: 0,80 m	Drenirani pogoji: $\frac{R}{A} = 523,12 \text{ kN/m}^2$
Teža temelja:	$G_{\text{tem1}} = 156,80 \text{ kN}$	

• **Kontrola**

Kontrola proti iztrgu temelja zaradi natezne sile v elementu diagonale povezja pri projektnem potresnem stanju.

$N_{ed} = 1338,29 \text{ kN}$

$N_{ed,z} = \text{SIN}\left(\text{Atan}\frac{3800 \text{ mm}}{6000 \text{ mm}}\right) * N_{ed} = 574,202 \text{ kN}$

$N_{ed,z} - 120 \text{ kN} = 574,202 \text{ kN} - 120 \text{ kN} = 454,202 \text{ kN}$

Novo dimenzije temelja: L: 3,5 m

Napetost: $\sigma_{max} = 306,11 \text{ kN/m}^2$

B: 3,5 m

Nedrenirani pogoji: $\frac{R}{A} = 471,27 \text{ kN/m}^2$

H: 1,5 m

Drenirani pogoji: $\frac{R}{A} = 634,49 \text{ kN/m}^2$

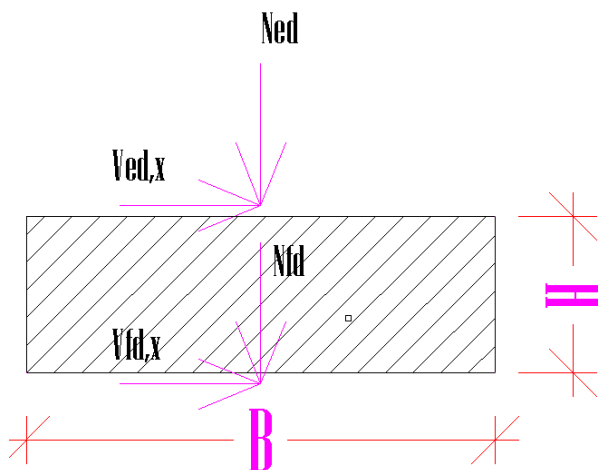
Teža temelja:

$G_{tem1} = 459,38 \text{ kN}$

Izračun nosilnosti tal za kvadraten tip temelja T4 - dinamična analiza.

1.0) Lastnosti temelja:

L:	2,80	m
B:	2,80	m
H:	0,80	m
γ_{bet}:	25,00	Kn/m3
A':	7,84	m2
G_{tem}:	156,80	Kn
Wx:	3,66	m3
Wy:	3,66	m4



2.0) Obtežba na temeljna tla:

N_{ed}	3290,45	Kn	→	V_{Fd} :	3447,25	kN
$V_{Ed,x}$:	12,90	kN	→	$H_{Fd,x}$:	12,90	kN
$V_{Ed,y}$:	979,56	kN	→	$H_{Fd,y}$:	979,56	kN
$M_{Ed,x}$:	0,00	kNm	→	$M_{Fd,x}$:	0,00	kNm
$M_{Ed,y}$:	0,00	kNm	→	$M_{Fd,y}$:	0,00	kNm

3.0) Vpliv excentričnosti:

$$\begin{aligned} L/6: & 0,47 \quad \text{m} \\ e_l: & 0,00 \quad \text{m} \\ e_l & < L/6 \quad \text{Vredu.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B/6: & 0,47 \quad \text{m} \\ e_b: & 0,00 \quad \text{m} \\ e_b & < b/6 \quad \text{Vredu.} \end{aligned}$$

$$\sigma_{\max}: 439,70 \quad \text{Kn/m}^2$$

$e_l < L/6, e_b < b/6 \rightarrow A' = B \cdot L$ celotna temeljna ploskev
če pogoj ni izpolnjen se tlačno ploskev ustrezno reducira

4.0) Materialni varnostni faktorji:

$$\begin{aligned} \gamma_{\phi}: & 1,25 \\ \gamma_c: & 1,25 \\ \gamma_{cu}: & 1,40 \\ \gamma_{\gamma}: & 1,00 \end{aligned}$$

5.0) Račun nosinosti temeljnih tal:

EN 1997-1, dodatek D

$$\begin{array}{llll} c: & 25,00 & \rightarrow & c_d: & 20,00 \\ \phi: & 22,00 & \text{radiani: } 0,38 & \rightarrow & \phi_d: & 0,31 & \text{radiani: } 17,91 \\ c_u: & 100,00 & \rightarrow & c_{ud}: & 71,43 \\ \gamma: & 20,50 & & & & & \end{array}$$

5.1) Nedrenirani pogoji:

$$\begin{aligned} q: & 16,40 \\ S_c: & 1,20 \\ b_c: & 1,00 \\ i_c: & 1,00 \end{aligned}$$

Odklon dna temeljne ploskve od horizontale

$$\alpha: 0$$

$$R/A': 456,95 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{Zadostuje potrebni nosilnosti.}$$

5.2) Drenirani pogoji:

nosilnost tal

$N_q:$ 5,21
 $N_c:$ 13,03
 $N_\gamma:$ 2,72

Nagib temeljne ploskve:

$b_c:$ 1,00
 $b_q:$ 1,00

Oblika temelja:

$s_q:$ 1,31
 $s_\gamma:$ 0,70
 $s_c:$ 1,38

Nagib obtežbe, ki ga povzroča horizontalna sila H:

$i_c:$ 0,99
 $i_q:$ 1,00
 $i_\gamma:$ 0,99
 $\theta:$ 89,30
 $m_L:$ 1,50
 $m_B:$ 1,50
 $m:$ 1,50

radijani: 1,56

$R/A':$ 523,12 kN/m²

Zadostuje potrebam nosilnosti.

7.0 Zaključek

Pri dimenzioniranju konstrukcije je bil uporabljen program Scia Engineer 2010, za študente, kateri je prosto dostopen na internetni strani oziroma serverju podjetja: <http://www.scia-online.com/en/education.html>.

Pri okvirjih z centričnimi V povezji je mehanizem disipacije potresnih sil v natezni plastifikaciji diagonal. Da zagotovimo enakomerno in istočasno plastifikacijo vseh diagonal je potrebno prerez škatlastih profilov zmanjšati v višjih etažah.

Diagonalni elementi morajo imeti relativno vitkost prereza v določenem območju, katerega zahtevajo standardi za določen tip povezja. Uporabljeni prerezi za diagonalne elemente so škatlastega prereza, saj le ti ponujajo minimalni prerez ob velikem vztrajnostnem momentu kateri dosega nizke relativne vitkosti v primerjavi z palicami.

Vrednost medetažnih pomikov v različnih tipih konstrukcije je odvisna od tipa konstrukcije in razreda duktilnosti. V spodnji preglednici so navedeni tipi konstrukcij in pripadajoči pomiki zanje.

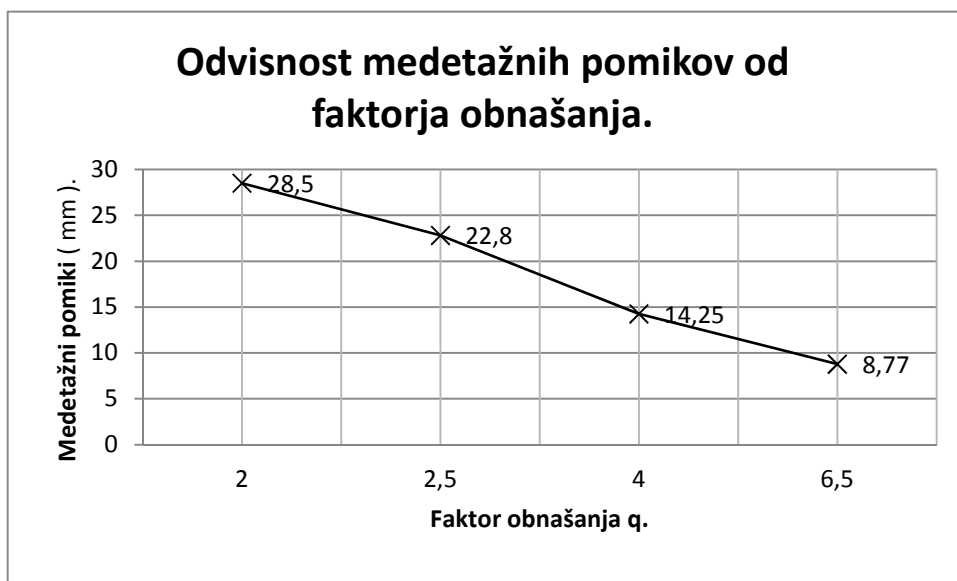
Preglednica 86: Dovoljeni medetažni pomiki v odvisnosti od tipa okvirja in faktorja obnašanja.

Dovoljeni medetažni horizontalni pomiki		h = 3800 mm		
		v = 0.5		
Okvir:	faktor obnašanja: q / pomiki (mm)			
	DCM q	pomiki	CDH q	pomiki
pomični okvir:	4	14.25	6.5	8.7692
okvir z centričnimi diagonalnimi povezji:	4	14.25	4	14.25
okvir z centričnimi V povezji:	2	28.5	2.5	22.8
okvir z ekcentričnimi povezji:	4	14.25	6.5	8.7692

Opombe:
1). DCM – srednji duktilni razred – srednje duktilno obnašanje konstrukcije (manj sipanja energije)
2). DCH - Visoki duktilni razred – visoko duktilno obnašanje konstrukcije (več sipanja energije)

Iz spodnjega grafikona je razvidno, da manjši ko je faktor obnašanja konstrukcije q , večji so dovoljeni medetažni horizontalni pomiki v konstrukciji. Vrednost faktorja obnašanja konstrukcije zavisi od sposobnosti konstrukcije, da sipa energijo med samim potresom. Večji ko je faktor obnašanja konstrukcije, bolj je konstrukcija sposobna sipati energijo in manjši so dopustni medetažni horizontalni pomiki.

Grafikon 1: *Odvisnost medetažnih pomikov od faktorja obnašanja*



Viri

Sklicevanje na vire v besedilu

- [1] SIST EN 1991 1 - 1 - 1 : 2004 str.: 14.; poglavje: 6.3.1.2.; preglednica 6.1.; Kategorija uporabe.
- [2] SIST EN 1991 1 - 1 - 1 : 2004 str.: 15.; poglavje: 6.3.1.2.; preglednica 6.2.; Koristna obtežba na tleh, balkonih in stopnicah stavb.
- [3] SIST EN 1991 - 1 - 3 : 2004; str.: 15.; poglavje 5.3.2.; slika: 5.1.; Oblikovni koeficient obtežbe snega.
- [4] Priporočene vrednosti Ce za različne vrste terena.; (SIST EN 1991 - 1 - 3 : 2004; str.: 14.; poglavje5.2.; Preglednica: 5.1.
- [5] SIST EN 1991 - 1 - 3 : 2004; str.: 14.; poglavje 5.2.; odstavek (8) .
- [6] SIST EN 1991 – 1 - 3 : 2004/A 101.; str. 4.; slika:1.
- [7] SIST EN 1991 - 1 - 4:2005; str.: 21; poglavje 5.2.; točka: (3).
- [8] SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005; str.: 27.; poglavje: 7.2.1.; točka: (1); slika:7.2.
- [9] SIST EN 1991 – 1 - 4 : 2005; str.: 18.; poglavje: 4.3.2.; točka1.; Preglednica: 4.1.
- [10] SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005; str.: 17; točka: 4.2.; opomba: (3) .
- [11] SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005/oA101 : 2007; str.: 4; točka: 4.2.(2); točka: (7) .
- [12] SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005; str.: 17; točka: 4.2.; opomba: (2).
- [13] SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005/oA101 : 2007; str.: 4; točka: 4.2.(2); točka: (6).
- [14] SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005/oA101 : 2007; str.: 4.; točka: 4.2.(2); zaznamek: (5).
- [15] SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005/oA101 : 2007; str.: 5.; slika: 1. Temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra.
- [16] SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005; str.: 20.; poglavje: 4.5. ; slika: 4.2.
- [17] SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005; str. 20.; poglavje 4.5 ;opomba: (2).
- [18] SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005/oA101 : 2007; str.: 6.; točka: 4.5.(1); zaznamek: (18) .
- [19] SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005; str.:30; poglavje: 7.2.2.; slika: 7.2.
- [20] SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005; str.: 30.; poglavje: 7.2.2.; opomba: (1).
- [21] SIST EN 1991 - 1 - 4: 2005; str.: 31.; poglavje: 7.2.2.; odstavek (3.).

Sklicevanje na enačbe v besedilu

- en. 1 SIST EN 1991 - 1 - 3 : 2004; str.: 13.; poglavje 5.2.; enačba: 5.1.
- en. 2 SIST EN 1991 - 1 - 3 : 2004/A 101; str. 4.; slika:1 .
- en. 3 SIST EN 1991 - 1 - 3 : 2004; str.: 13; enačba: 5.1.
- en. 4 SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005; str.: 16.; poglavje: 4.2.; enačba: 4.1.
- en. 5 SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005; str.: 20. poglavje 4.5.; enačba: 4.8.
- en. 6 SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005; str.: 20.; poglavje 4.5.; enačba: 4.10.
- en. 7 SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005; str.: 21.; poglavje: 5.2; enačba: 5.1.
- en. 8 SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005; str. 21.; poglavje: 5.2 ; enačba: 5.2.
- en. 9 SIST EN 1998 - 1 : 2006; Str.: 48.; poglavje: 4.3.3.2.2.; točka: (3.); enačba: 4.6.
- en. 10 SIST EN 1998 - 1 : 2006; str.: 36.: poglavje: 3.2.2.5.; enačba: 3.14.
- en. 11 SIST EN 1998 - 1 : 2006; str.: 48.: poglavje: 4.3.3.2.1.; enačba: 4.4.
- en. 12 SIST EN 1998 - 1 : 2006; str.: 48.: poglavje: 4.3.3.2.1.; enačba: 4.4.
- en. 13 SIST EN 1998 - 1 : 2006; str.: 49: poglavje: 4.3.3.2.3.; enačba: 4.11.
- en. 14 SIST EN 1990 . 2004; str.: 34.; poglavje:6.4.3.2.; enačba: 6.10.
- en. 15 SIST EN 1990 : 2004; str.:36;. poglavje:6.5.3.; točka: 2.a; enačba:6.14.a.
- en. 16 SIST EN 1990 : 2004; str.:35; poglavje:6.4.3.4.; točka: 2.; enačba: 6.12.b.
- en. 17 SIST EN 1993 - 1 - 1 : 2005; str.: 33; poglavje: 5.3.2.; točka: 3.; enačba: 5.5.
- en.18 SIST 1998 - 1 : 2006; str.: 50; poglavje: 4.3.3.2.4.; točka: 1; enačba: 4.12.
- en. 19 SIST EN 1998 - 1 : 2006;str.: 63.; poglavje 4.4.3.2.; točka: 1; zaznamek: b; enačba: 4.32.
- en. 20 SIST EN1998 - 1 :2006; str.: 125; poglavje: 6.7.4.; točka: 1.
- en. 21 SIST EN1998 - 1 :2006; str.: 125; poglavje: 6.7.4.; točka: 1.
- en. 22 SIST EN 1998 - 1 : 2006; str: 125 poglavje 6.7.4.;enačba: 6.12.
- en. 23 SIST EN1993 - 1 - 1 :2005; str.: 57; poglavje: 6.3.1.1.
- en. 24 SIST EN1998 - 1 : 2006; str.: 124; poglavje: 6.7.1.; točka:3.; enačba: 6.11.
- en. 25 SIST EN 1998 - 1 : 2006; str.: 38.; poglavje:3.2.4.; točka:2.
- en. 26. SIST EN 1998 - 1 : 2006 str.: 44; poglavje:4.2.4.; točka 2.

- [22] SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005; str. 45.; poglavje 7.2.9 ; točka 6; opomba (2.).
- [23] SIST EN 1991 - 1 - 4 : 2005; str.: 37.; poglavje:7.2.6.; preglednica 7.4.a.; opomba: 1.
- [24] SIST EN 1991 – 1 – 4 : 2005; str.:38,poglavje: 7.2.5.; Preglednica: 7.4.b.
- [25] SIST EN 1991 – 1 – 4 : 2005; str.:21.; poglavje:5.2.; točka: (1); enačba: 5.1.
- [26] SIST EN 1998 - 1 : 2006; St.r.:33; poglavje:3.2.2.2.; točka: (2.); Preglednica:3.2.; Vrednost parametrov, ki opisujejo priporočene elastičen spekter odziva tipa 1.
- [27] SIST EN 1998 - 1 : 2006; str.: 116.: poglavje:6.3.1.; slika: 6.3.; primer: b.
- [28] SIST EN 1998 – 1 : 2006; str.: 118.: poglavje:6.3.2.; preglednica: 6.2.; primer: b.
- [29] SIST EN 1990 : 2004/A101, str.: 3; točka: A 1.4.2(2.) .
- [30] SIST EN 1990 : 2004/A101, str.: 3; točka: A 1.4.2(2); Preglednica N2.
- [31] SIST EN 1990 : 2004/A101, str.: 3; točka: A 1.4.2(2); Preglednica N1.
- [32] SIST EN 1990 : 2004/A101, str.: 3; točka: A 1.4.2(2); Preglednica N1
- [33] SIST EN 1998 – 1 – 2005/A101 : 2006; str.:5.; OPOMBA k 4.4.3.2.(2).
- [34] SIST EN 1998 – 1 : 2006;str.: 59.; poglavje 4.4.2.; točka: (2); zaznamek: b.
- [35] SIST EN 1998 – 1 : 2006;str.: 118.; poglavje 6.3.2.; preglednica 6.2.: referenčne vrednosti faktorjev obnašanja za konstrukcije pravilne po višini.
- [36] SIST EN1998 – 1 :2006; str.: 125; poglavje: 6.7.3.; točka (3.).
- [37] SIST EN1993 – 1 – 1 :2005; str.: 57; poglavje: 6.3.1.1.
- [38] SIST EN1993 – 1 – 1 : 2005;str.: 41; poglavje: 5.6.; točka: 2.
- [39] SIST EN1998 – 1 : 2006; str.: 119; poglavje: 6.5.3.; točka: 2.; preglednica 6.3.: Zahteve za razred kompaktnosti prečnih prerezov, sposobnih sipati energijo, glede na stopnjo duktilnosti in referenčnih vrednosti faktorja obnašanja.
- [40] Analiza Trimo HI – Bond sovprežnih stropov, UL – FGG, Katedra za metalne konstrukcije, št.:27/03, december 2003.
- [41] Raziskovalne naloge: Analiza Trimo HI – Bond sovprežnih stropov, UL – FGG, Katedra za metalne konstrukcije, št.:27/03, december 2003.; Tabela : 7.

[42] SIST EN 1998 – 1 : 2006; str.: 45.; poglavje:4.2.4.; točka:2. ; preglednica 4.2.: Vrednosti φ za izračun

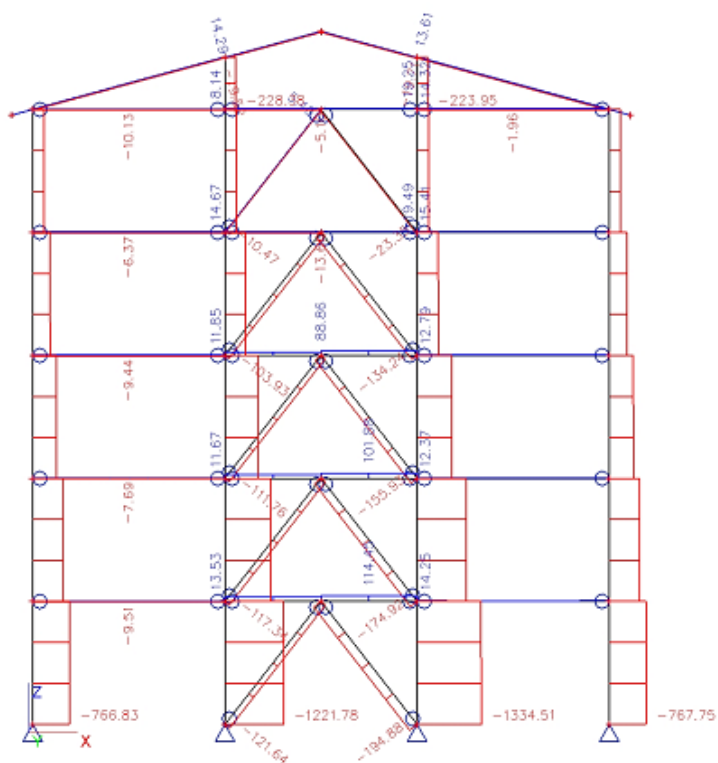
$\psi_{E,i}$.

PRILOGE

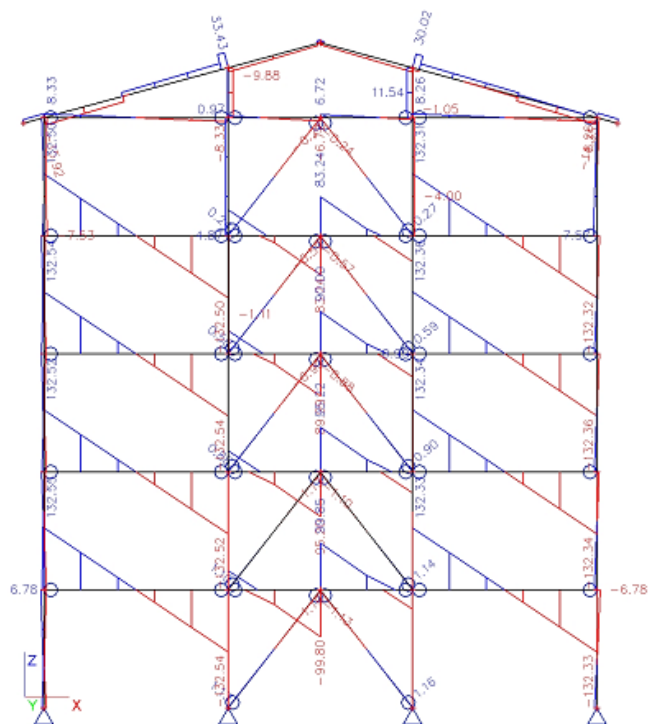
PRILOGA - A

Grafi notranjih sil.

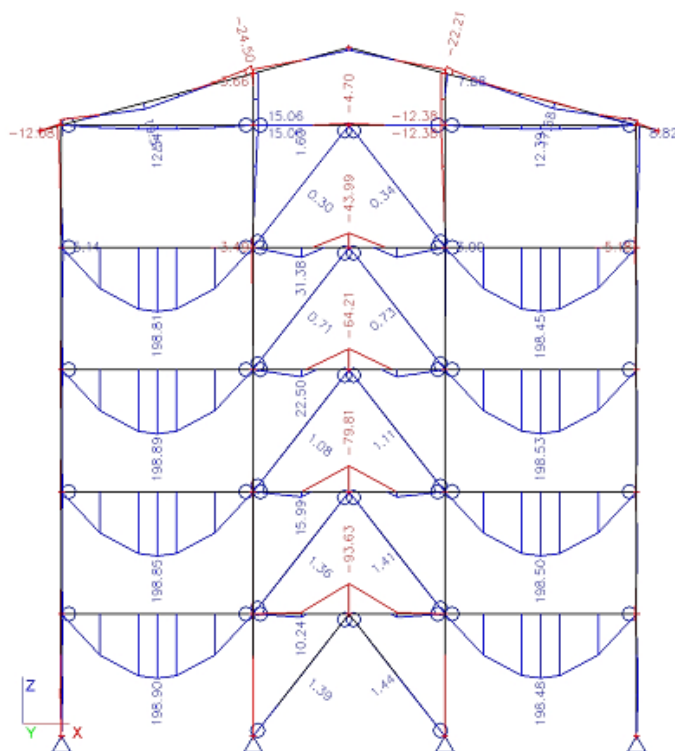
Pomični zunanji okvir z centričnimi V povezji – statika MSN – osne sile.



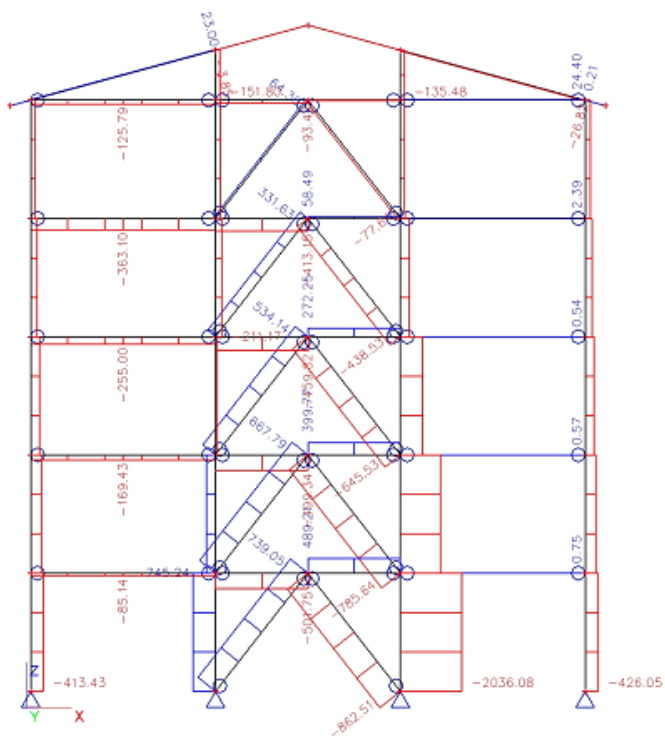
Pomični zunanji okvir z centričnimi V povezji – statika MSN – prečne sile.



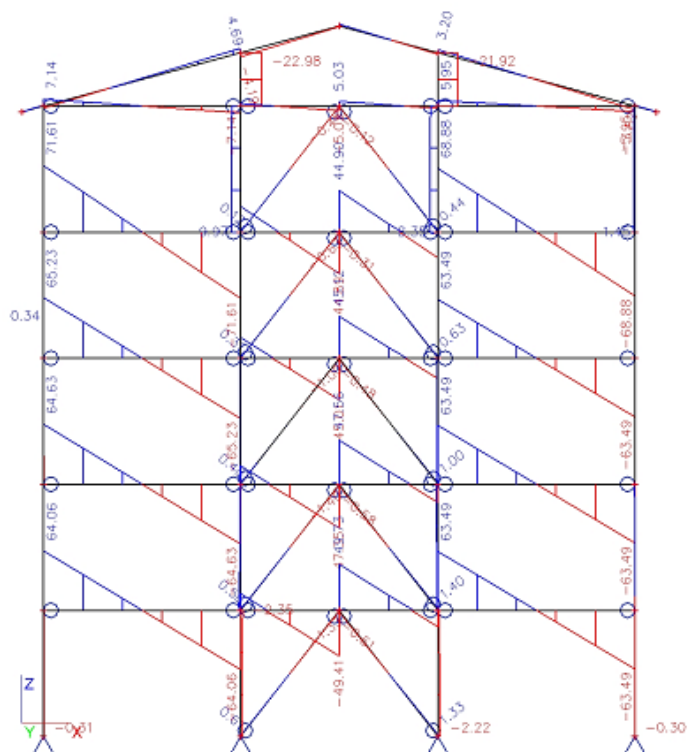
Pomični zunanji okvir z centričnimi V povezji – statika MSN – moment.



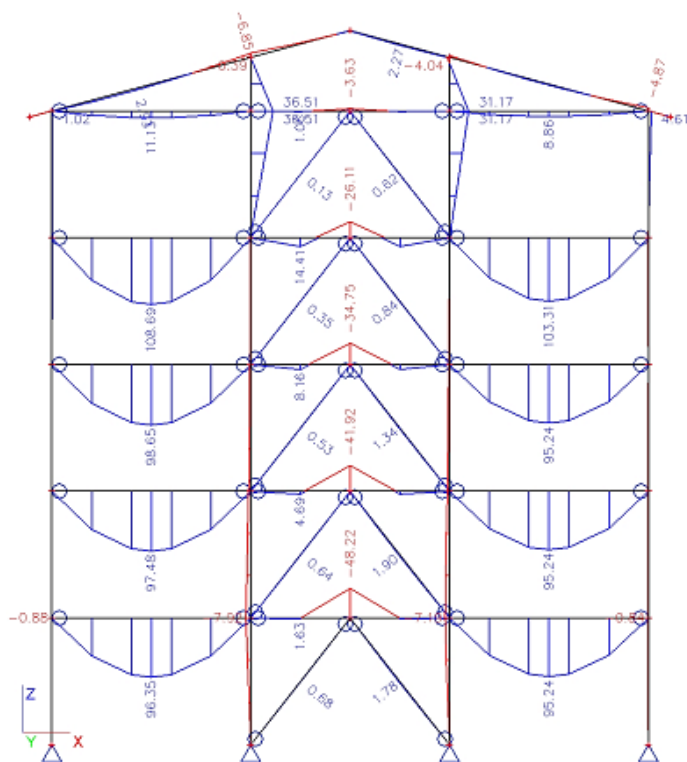
Pomični zunanji okvir z centričnimi V povezji – potresno obtežna kombinacija – osna sila.



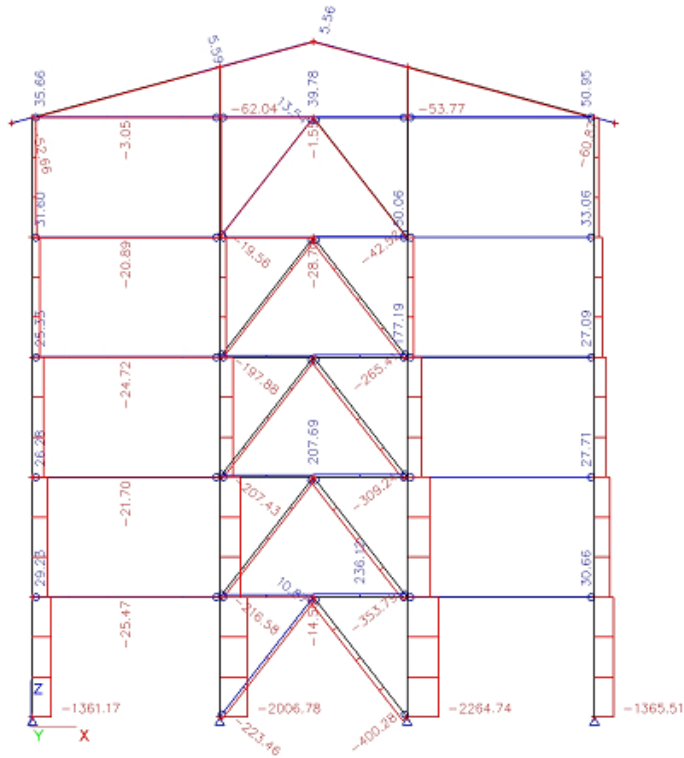
Pomični zunanji okvir z centričnimi V povezji – potresno obtežna kombinacija – prečna sila.



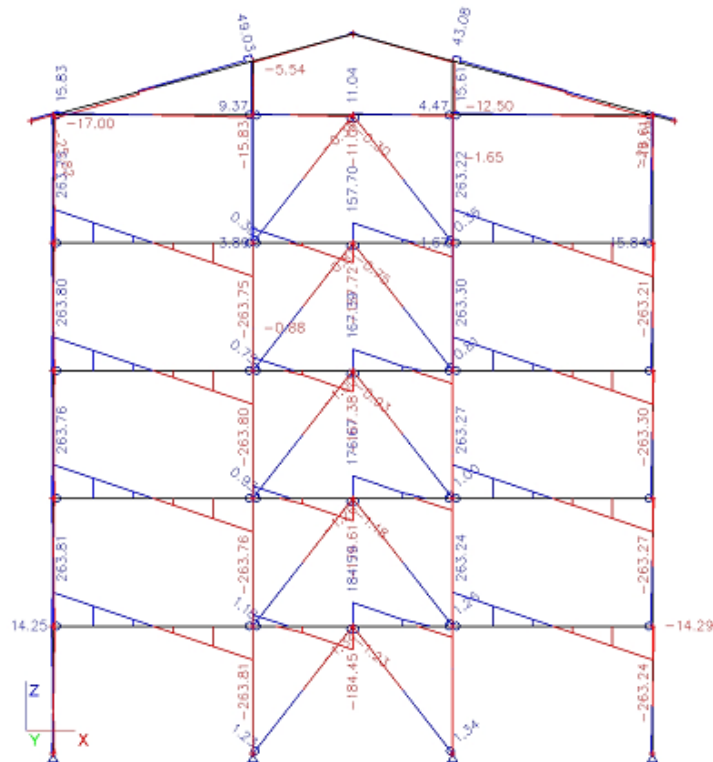
Pomični zunanji okvir z centričnimi V povezji – potresno obtežna kombinacija – moment.



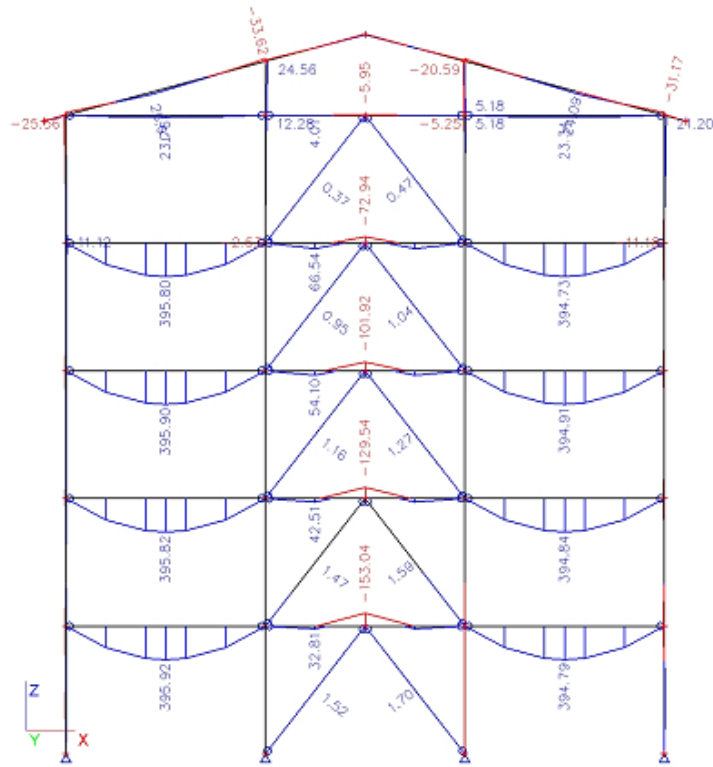
Pomični notranji okvir z centričnimi V povezji – statika MSN – osne sile.



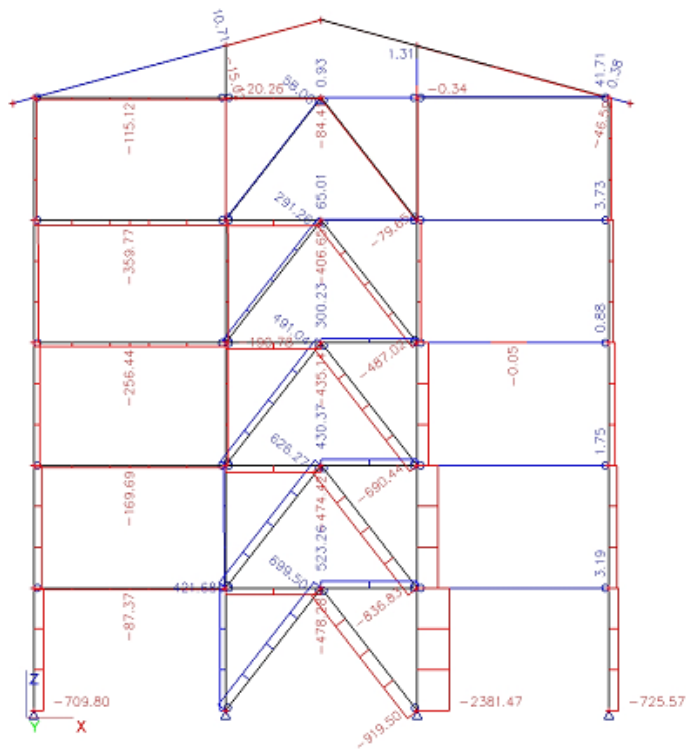
Pomični notranji okvir z centričnimi V povezji – statika MSN – prečne sile.



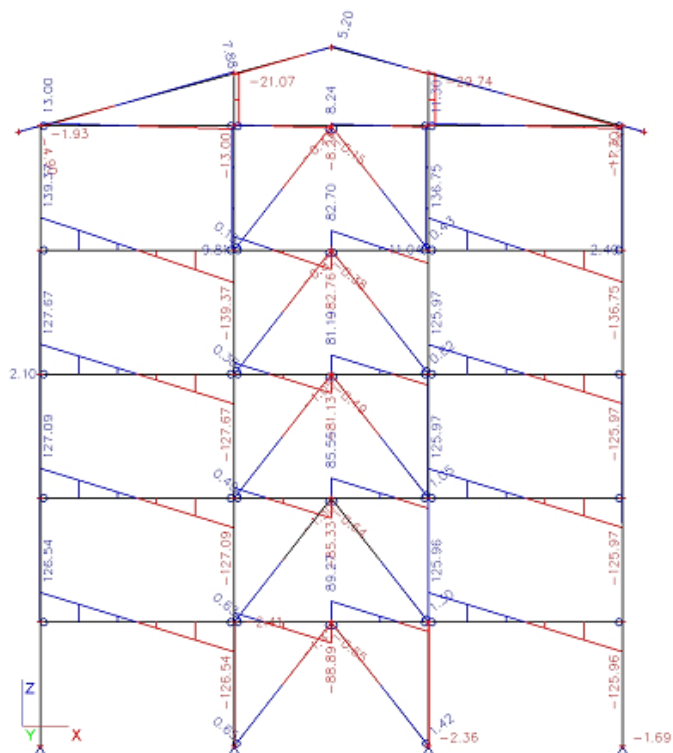
Pomični notranji okvir z centričnimi V povezji – statika MSN – momenti.



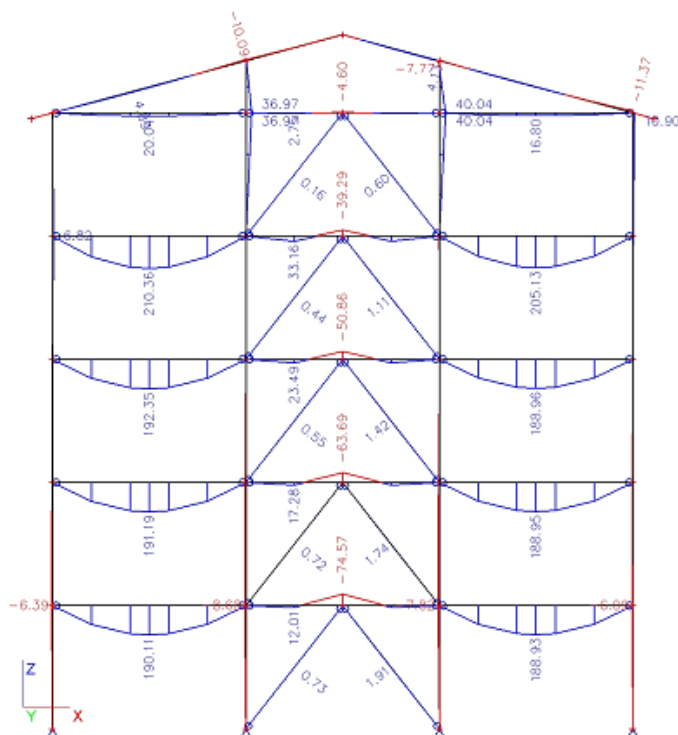
Pomični zunanji okvir z centričnimi V povezji – potresno obtežna kombinacija – osna sila.



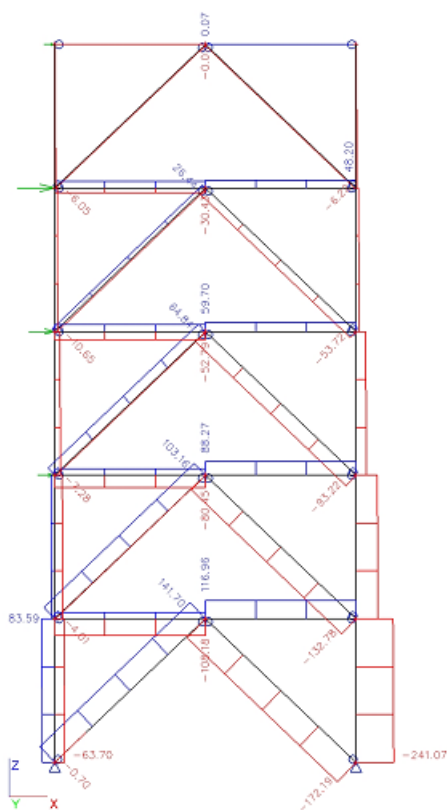
Pomični zunanji okvir z centričnimi V povezji – potresno obtežna kombinacija – prečna sila.



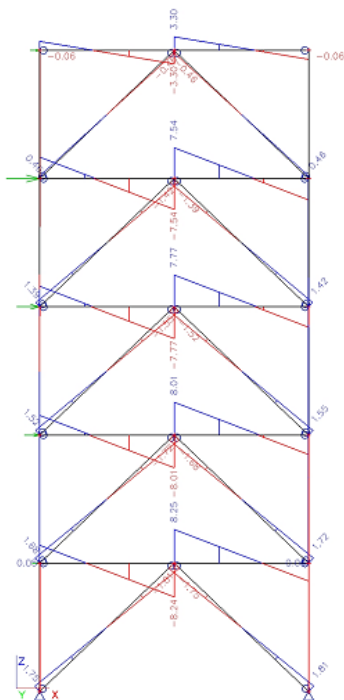
Pomični notranji okvir z centričnimi V povezji – potresno obtežna kombinacija – moment.



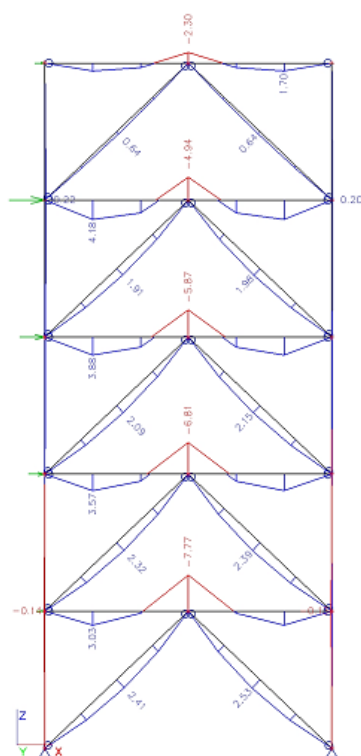
Pomični povezni okvir z centričnimi V povezji – statika MSN – osna sila.



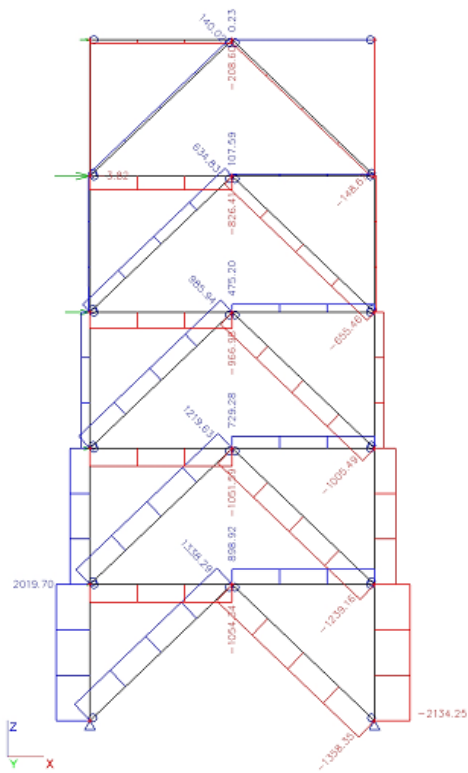
Pomični povezni okvir z centričnimi V povezji – statika MSN – prečna sila.



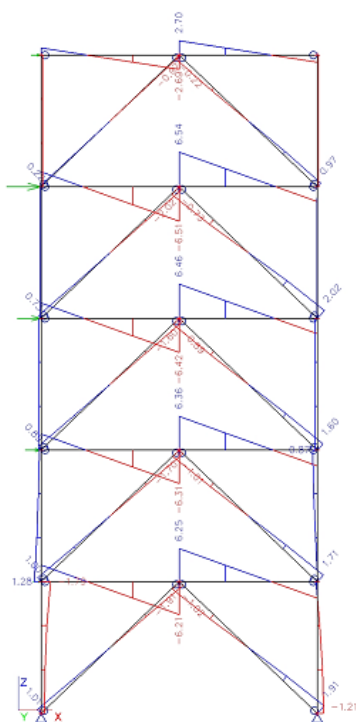
Pomični povezni okvir z centričnimi V povezji – statika MSN – moment.



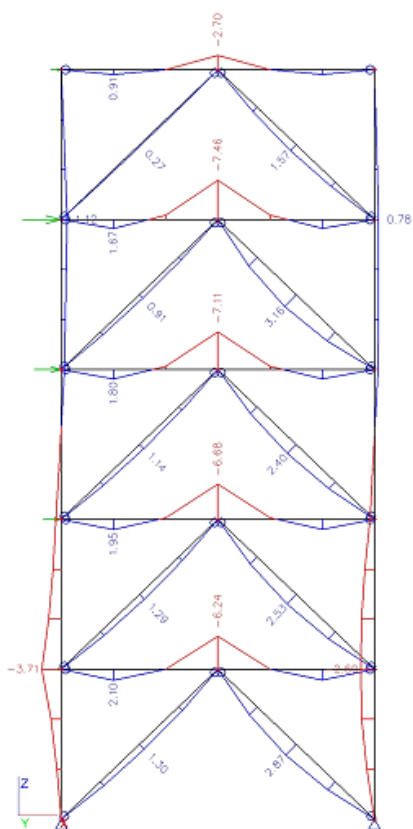
Pomični povezni okvir z centričnimi V povezji – potresno obtežna kombinacija – osna sila.



Pomični povezni okvir z centričnimi V povezji – potresno obtežna kombinacija – prečna sila.



Pomični povezni okvir z centričnimi V povezji – potresno obtežna kombinacija – moment.



PRILOGA – B

Računalniški izpisi.

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS2 - HEA160

EN 1993-1-1 Code Check

Member B4	HEA160	S 355	NC5	0.79
-----------	--------	-------	-----	------

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	355.00	MPa
tension strength fu	510.00	MPa
fabrication	rolled	

....SECTION CHECK:....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 17.33 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	26.85	
maximum ratio 2	30.92	
maximum ratio 3	34.17	

==> Class cross-section 1

Width-to-thickness ratio for outstand flanges (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 2).
 ratio 6.89 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	7.32	
maximum ratio 2	8.14	
maximum ratio 3	11.39	

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 3.80 m

Internal forces		
N _{Ed}	-747.38	kN
V _{y,Ed}	0.00	kN
V _{z,Ed}	-6.77	kN
T _{Ed}	-0.00	kNm
M _{y,Ed}	-4.62	kNm
M _{z,Ed}	0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
N _{c,Rd}	1377.40	kN
unity check	0.54	

Shear check (V_z)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
V _{c,Rd}	271.37	kN
unity check	0.02	

Bending moment check (M_y)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.5. and formula EN 1993-1-1 : (6.12)
 Section classification is 1.

Table of values		
M _{c,Rd}	87.33	kNm
unity check	0.05	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)

Section classification is 1.

Table of values		
MNVy,Rd	45.85	kNm
MNVz,Rd	35.72	kNm

alfa 2.00 beta 2.71
 unity check 0.10

Element satisfies the section check !

....:STABILITY CHECK:....

Buckling parameters	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	19.29	31.76	
Reduced slenderness	0.25	0.42	
Buckling curve	b	c	
Imperfection	0.34	0.49	
Reduction factor	0.98	0.89	
Length	19.00	19.00	m
Buckling factor	0.07	0.07	
Buckling length	1.27	1.27	m
Critical Euler load	21616.22	7973.41	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb,Rd	1224.54	kN
unity check	0.61	

LTB check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.54)

Table of values		
Mb,Rd	23.81	kNm
Wy	246000.00	mm ³
reduction	0.27	
imperfection	0.21	
reduced slenderness	1.79	
method for LTB curve	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	27.22	kNm
unity check	0.19	

LTB		
LTB length	19.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.44	
C2	0.45	
C3	1.73	

load in center of gravity

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
 Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.239	
kyz	1.448	
kzy	0.655	
kzz	1.710	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	3880.00	mm ²
Wy	246000.00	mm ³
Wz	118000.00	mm ³
NRk	1377.40	kN
My,Rk	87.33	kNm
Mz,Rk	41.89	kNm
My,Ed	-4.62	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	18.84	kNm
reduced slenderness 0	2.15	
Cmy,0	0.966	
Cmz,0	1.023	

Table of values			
Cmy	0.975		
Cmz	1.023		
CmLT	1.322		
muy	0.999		
muz	0.989		
wy	1.118		
wz	1.500		
npl	0.543		
aLT	0.993		
bLT	0.000		
cLT	1.822		
dLT	0.000		
eLT	5.573		
Cyy	1.077		
Cyz	0.541		
Czy	1.044		
Czz	0.653		

unity check = 0.55 + 0.24 + 0.00 = 0.79

unity check = 0.61 + 0.13 + 0.00 = 0.74

Element satisfies the stability check!

Student version

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS6 - HEA280

EN 1993-1-1 Code Check

Member B2	HEA280	S 355	Potres 1	0.99
-----------	--------	-------	----------	------

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	355.00	MPa
tension strength fu	510.00	MPa
fabrication	rolled	

....SECTION CHECK:....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 24.50 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio	1	26.85
maximum ratio	2	30.92
maximum ratio	3	34.17

==> Class cross-section 1

Width-to-thickness ratio for outstand flanges (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 2).
 ratio 8.62 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio	1	7.32
maximum ratio	2	8.14
maximum ratio	3	11.39

==> Class cross-section 3

The critical check is on position 0.00 m

Internal forces		
N _{Ed}	-2036.08	kN
V _{y,Ed}	0.00	kN
V _{z,Ed}	-2.22	kN
T _{Ed}	-0.00	kNm
M _{y,Ed}	-0.00	kNm
M _{z,Ed}	-0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 3.

Table of values		
N _{c,Rd}	3454.15	kN
unity check	0.59	

Shear check (Vz)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
V _{c,Rd}	651.36	kN
unity check	0.00	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1: 6.2.9.2.& 6.2.10 and formula EN 1993-1-1: (6.42)
 Section classification is 3.

Table of values		
sigma N	209.26	MPa
sigma Myy	0.00	MPa
sigma Mzz	0.00	MPa

ro 0.00 place
 unity check 0.59

Element satisfies the section check !

.....**STABILITY CHECK**.....

Buckling parameters	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	10.66	54.33	
Reduced slenderness	0.14	0.71	
Buckling curve	b	c	
Imperfection	0.34	0.49	
Reduction factor	1.00	0.72	
Length	19.00	19.00	m
Buckling factor	0.07	0.20	
Buckling length	1.27	3.80	m
Critical Euler load	177330.71	6832.17	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb,Rd	2479.55	kN
unity check	0.82	

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)

Interaction Method 1

Table of values		
ky	2.169	
kyz	1.527	
kzy	1.937	
kzz	1.364	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	9730.00	mm ²
Wy	1010000.00	mm ³
Wz	340000.00	mm ³
NRk	3454.15	kN
My,Rk	358.55	kNm
Mz,Rk	120.70	kNm
My,Ed	30.96	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	122.24	kNm
reduced slenderness 0	1.71	
Cmy,0	0.990	
Cmz,0	1.072	
Cmy	0.993	
Cmz	1.072	
CmLT	2.160	
muy	1.000	
muz	0.893	
wy	1.101	
wz	1.500	
npl	0.589	
aLT	0.995	
bLT	0.000	
cLT	0.439	
dLT	0.000	
eLT	0.644	
Cyy	1.015	
Cyz	1.054	
Czy	0.862	
Czz	0.960	

$$\text{unity check} = 0.59 + 0.19 + 0.00 = 0.78$$

$$\text{unity check} = 0.82 + 0.17 + 0.00 = 0.99$$

Element satisfies the stability check !

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS3 - HEA300A

EN 1993-1-1 Code Check

Member B5	HEA300A	S 355	NC4	0.76
-----------	---------	-------	-----	------

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	355.00	MPa
tension strength fu	510.00	MPa
fabrication	rolled	

....SECTION CHECK:....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 27.73 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	26.85	
maximum ratio 2	30.92	
maximum ratio 3	34.17	

==> Class cross-section 2

Width-to-thickness ratio for outstand flanges (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 2).
 ratio 11.36 on position 1.20 m

ratio		
maximum ratio 1	7.32	
maximum ratio 2	8.14	
maximum ratio 3	11.20	

==> Class cross-section 4

The critical check is on position 3.00 m

Internal forces		
N _{Ed}	-9.51	kN
V _{y,Ed}	-0.00	kN
V _{z,Ed}	0.00	kN
T _{Ed}	0.00	kNm
M _{y,Ed}	198.90	kNm
M _{z,Ed}	-0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 4.

Table of values		
N _{c,Rd}	2934.07	kN
A _{eff}	8265.00	mm ²
unity check	0.00	

Bending moment check (M_y)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.5. and formula EN 1993-1-1 : (6.12)
 Section classification is 4.

Table of values		
M _{c,Rd}	321.66	kNm
unity check	0.62	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1: 6.2.9.3. & 6.2.10 and formula EN 1993-1-1: (6.43)
 Section classification is 4.

Table of values		
Sigma	220.66	MPa
A _{eff}	8265.00	mm ²
W _{y,eff}	906087.01	mm ³

Table of values		
ey	-0.00	mm
Wz eff	315061.41	mm ³
ez	0.00	mm

ro 0.00 place 0
 unity check 0.62

Element satisfies the section check !

....**STABILITY CHECK**:....

Calculation effective area properties with direct method.

Properties					
sectional area A eff	8265.0	mm ²	Vz eff	1965.0	mm ²
Shear area Vy eff	6300.0	mm ²	iz eff	75.6	mm
radius of gyration iy eff	124.6	mm	iz eff	47259210.9	mm ⁴
moment of inertia Iy eff	128229417.0	mm ⁴	Wz eff	315061.4	mm ³
elastic section modulus Wy eff	906087.0	mm ³	enz	0.0	mm
Eccentricity eny	-0.0	mm			

Buckling parameters			
	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	48.16	82.26	
Reduced slenderness	0.61	1.04	
Buckling curve	b	c	
Imperfection	0.34	0.49	
Reduction factor	0.83	0.52	
Length	6.00	6.00	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	6.00	6.00	m
Critical Euler load	7945.03	2723.19	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb.Rd	1520.47	kN
unity check	0.01	

LTB check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.54)

Table of values		
Mb.Rd	263.52	kNm
Wy	906087.01	mm ³
reduction	0.82	
imperfection	0.21	
reduced slenderness	0.76	
method for LTB curve	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	561.11	kNm
unity check	0.75	

LTB		
LTB length	6.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.13	
C2	0.45	
C3	0.53	

load in center of gravity

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
 Interaction Method 1

Table of values			
kyy	1.001		
kyz	1.004		
kzy	1.000		
kzz	1.003		
Delta My	0.00	kNm	
Delta Mz	0.00	kNm	
A	8265.00	mm ²	

Table of values		
Wy	906087.01	mm ³
Wz	315061.41	mm ³
NRk	2934.07	kN
My,Rk	321.66	kNm
Mz,Rk	111.85	kNm
My,Ed	198.90	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	496.55	kNm
reduced slenderness 0	0.80	
Cmy,0	1.000	
Cmz,0	1.001	
Cmy	1.000	
Cmz	1.001	
CmLT	1.000	
muy	1.000	
muz	0.998	
wy	1.094	
wz	1.500	
npl	0.003	
aLT	0.996	
bLT	0.000	
cLT	0.671	
dLT	0.000	
eLT	0.692	
Cyy	1.000	
Cyz	0.665	
Czy	0.998	
Czz	0.998	

unity check = 0.00 + 0.76 + 0.00 = 0.76

unity check = 0.01 + 0.75 + 0.00 = 0.76

Element satisfies the stability check!

Student version

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS4 - HEA160A

EN 1993-1-1 Code Check

Member B9	HEA160A	S 355	Potres 3	0.91
-----------	---------	-------	----------	------

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	355.00	MPa
tension strength fu	510.00	MPa
fabrication	rolled	

....SECTION CHECK:....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 23.11 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio	1	26.85
maximum ratio	2	30.92
maximum ratio	3	34.17

==> Class cross-section 1

Width-to-thickness ratio for outstand flanges (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 2).
 ratio 8.96 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio	1	7.32
maximum ratio	2	8.14
maximum ratio	3	11.39

==> Class cross-section 3

The critical check is on position 3.00 m

Internal forces		
N _{Ed}	-125.79	kN
V _{y,Ed}	0.00	kN
V _{z,Ed}	0.00	kN
T _{Ed}	-0.00	kNm
M _{y,Ed}	11.13	kNm
M _{z,Ed}	-0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 3.

Table of values		
N _{c,Rd}	1079.20	kN
unity check	0.12	

Bending moment check (M_y)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.5. and formula EN 1993-1-1 : (6.12)
 Section classification is 3.

Table of values		
M _{c,Rd}	61.41	kNm
unity check	0.18	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1: 6.2.9.2.& 6.2.10 and formula EN 1993-1-1: (6.42)
 Section classification is 3.

Table of values		
sigma N	41.38	MPa
sigma M _{yy}	64.32	MPa
sigma M _{zz}	0.00	MPa

ro 0.00 place

unity check 0.30

Element satisfies the section check !

....**STABILITY CHECK**....

Buckling parameters	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	92.47	151.15	
Reduced slenderness	1.21	1.98	
Buckling curve	b	c	
Imperfection	0.34	0.49	
Reduction factor	0.47	0.20	
Length	6.00	6.00	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	6.00	6.00	m
Critical Euler load	736.93	275.77	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb.Rd	215.74	kN
unity check	0.58	

LTB check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.54)

Table of values		
Mb.Rd	35.20	kNm
Wy	173000.00	mm ³
reduction	0.57	
imperfection	0.21	
reduced slenderness	1.13	
method for LTB curve	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	47.78	kNm
unity check	0.32	

LTB		
LTB length	6.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.13	
C2	0.45	
C3	0.53	

load in center of gravity

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.568	
kyz	1.841	
kzy	1.040	
kzz	1.221	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	3040.00	mm ²
Wy	173000.00	mm ³
Wz	59800.00	mm ³
NRk	1079.20	kN
My,Rk	61.41	kNm
Mz,Rk	21.23	kNm
My,Ed	11.13	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	42.29	kNm
reduced slenderness 0	1.21	
Cmy,0	1.005	
Cmz,0	1.110	
Cmy	1.002	
Cmz	1.110	
CmLT	1.439	
muy	0.902	
muz	0.598	
wy	1.104	
wz	1.500	

Table of values			
Student version	*Student version*	*Student version*	*Student version*
npl		0.117	
aLT		0.995	
bLT		0.000	
cLT		0.203	
dLT		0.000	
eLT		0.038	
Cyy		0.920	
Cyz		0.497	
Czy		0.617	
Czz		0.663	

unity check = 0.25 + 0.50 + 0.00 = 0.74

unity check = 0.58 + 0.33 + 0.00 = 0.91

Element satisfies the stability check!

Student version

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS13 - HEM160

EN 1993-1-1 Code Check

Member B30	HEM160	S 235	Potres 3	0.14
------------	--------	-------	----------	------

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	235.00	MPa
tension strength fu	360.00	MPa
fabrication	rolled	

....SECTION CHECK:....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 7.43 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	33.00	
maximum ratio 2	38.00	
maximum ratio 3	42.00	

==> Class cross-section 1

Width-to-thickness ratio for outstand flanges (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 2).
 ratio 2.65 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	9.00	
maximum ratio 2	10.00	
maximum ratio 3	14.00	

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 3.00 m

Internal forces		
N _{Ed}	-93.42	kN
V _{y,Ed}	-0.00	kN
V _{z,Ed}	-5.03	kN
T _{Ed}	0.00	kNm
M _{y,Ed}	-3.63	kNm
M _{z,Ed}	-0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
N _{c,Rd}	2280.68	kN
unity check	0.04	

Shear check (Vz)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
V _{c,Rd}	418.02	kN
unity check	0.01	

Bending moment check (My)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.5. and formula EN 1993-1-1 : (6.12)
 Section classification is 1.

Table of values		
M _{c,Rd}	158.86	kNm
unity check	0.02	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)

Section classification is 1.

Table of values		
MNVy.Rd	158.86	kNm
MNVz.Rd	76.61	kNm

alfa 2.00 beta 1.00
unity check 0.02

Element satisfies the section check !

....:STABILITY CHECK:....

Buckling parameters	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	82.77	140.89	
Reduced slenderness	0.88	1.50	
Buckling curve	b	c	
Imperfection	0.34	0.49	
Reduction factor	0.67	0.31	
Length	6.00	6.00	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	6.00	6.00	m
Critical Euler load	2936.21	1013.28	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb.Rd	717.16	kN
unity check	0.13	

LTB check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.54)

Table of values		
Mb.Rd	158.86	kNm
Wy	676000.00	mm ³
reduction	1.00	
imperfection	0.21	
reduced slenderness	0.56	
method for LTB curve	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	503.73	kNm
unity check	0.02	

LTB		
LTB length	6.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.35	
C2	0.55	
C3	1.73	

load in center of gravity

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.056	
kyz	0.791	
kzy	0.571	
kzz	1.102	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	9705.00	mm ²
Wy	676000.00	mm ³
Wz	326000.00	mm ³
NRk	2280.68	kN
My,Rk	158.86	kNm
Mz,Rk	76.61	kNm
My,Ed	-3.63	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	373.13	kNm
reduced slenderness 0	0.65	
Cmy,0	0.994	
Cmz,0	1.022	

Table of values			
Student version	*Student version*	*Student version*	*Student
Cmy		0.997	
Cmz		1.022	
CmLT		1.012	
muy		0.989	
muz		0.935	
wy		1.193	
wz		1.500	
npl		0.041	
aLT		0.968	
bLT		0.000	
cLT		0.009	
dLT		0.000	
eLT		0.005	
Cyy		0.976	
Cyz		0.947	
Czy		0.913	
Czz		0.955	

unity check = 0.06 + 0.02 + 0.00 = 0.09

unity check = 0.13 + 0.01 + 0.00 = 0.14

Element satisfies the stability check!

Student version

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS5 - HEA140

EN 1993-1-1 Code Check

Member B32	HEA140	S 355	NC21	0.88
------------	--------	-------	------	------

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	355.00	MPa
tension strength fu	510.00	MPa
fabrication	rolled	

....SECTION CHECK:....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 16.73 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio	1	57.01
maximum ratio	2	65.64
maximum ratio	3	90.92

==> Class cross-section 1

Width-to-thickness ratio for outstand flanges (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 2).
 ratio 6.50 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio	1	7.32
maximum ratio	2	8.14
maximum ratio	3	11.20

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 3.11 m

Internal forces		
N _{Ed}	-7.04	kN
V _{y,Ed}	-0.00	kN
V _{z,Ed}	-7.57	kN
T _{Ed}	-0.00	kNm
M _{y,Ed}	-10.11	kNm
M _{z,Ed}	-0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
N _{c,Rd}	1114.70	kN
unity check	0.01	

Shear check (Vz)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
V _{c,Rd}	207.16	kN
unity check	0.04	

Bending moment check (My)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.5. and formula EN 1993-1-1 : (6.12)
 Section classification is 1.

Table of values		
M _{c,Rd}	61.77	kNm
unity check	0.16	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)

Section classification is 1.

Table of values		
MNVy,Rd	61.77	kNm
MNVz,Rd	30.10	kNm

alfa 2.00 beta 1.00
unity check 0.16

Element satisfies the section check !

....:STABILITY CHECK:....

Buckling parameters	yy	zz	
type	non-sway	non-sway	
Slenderness	87.30	94.61	
Reduced slenderness	1.14	1.24	
Buckling curve	b	c	
Imperfection	0.34	0.49	
Reduction factor	0.51	0.42	
Length	10.00	10.00	m
Buckling factor	0.50	0.33	
Buckling length	5.00	3.33	m
Critical Euler load	853.84	727.01	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb,Rd	463.63	kN
unity check	0.02	

LTB check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.54)

Table of values		
Mb,Rd	28.25	kNm
Wy	174000.00	mm ³
reduction	0.46	
imperfection	0.21	
reduced slenderness	1.32	
method for LTB curve	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	35.26	kNm
unity check	0.36	

LTB		
LTB length	10.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.50	
C2	0.40	
C3	2.64	

load in center of gravity

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.005	
kyz	1.537	
kzy	0.524	
kzz	1.013	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	3140.00	mm ²
Wy	174000.00	mm ³
Wz	84800.00	mm ³
NRk	1114.70	kN
My,Rk	61.77	kNm
Mz,Rk	30.10	kNm
My,Ed	-24.42	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	23.55	kNm
reduced slenderness 0	1.62	
Cmy,0	0.993	
Cmz,0	1.002	

Table of values			
Student version	*Student version*	*Student version*	*Student
Cmy		0.999	
Cmz		1.002	
CmLT		1.000	
muy		0.996	
muz		0.994	
wy		1.123	
wz		1.500	
npl		0.006	
aLT		0.992	
bLT		0.000	
cLT		3.063	
dLT		0.000	
eLT		0.964	
Cyy		0.998	
Cyz		0.455	
Czy		0.992	
Czz		0.994	

unity check = 0.01 + 0.87 + 0.00 = 0.88

unity check = 0.02 + 0.45 + 0.00 = 0.47

Element satisfies the stability check!

Student version

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS7 - SHSCF150/150/12.0

EN 1993-1-1 Code Check

Member B42	SHSCF150/150/12.0	S 235	Potres 1	0.94
------------	-------------------	-------	----------	------

Note: EN 1993-1-3 article 1.1(3) specifies that this part does not apply to cold formed CHS and RHS sections. The default EN 1993-1-1 code check is executed instead of the EN 1993-1-3 code check

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	235.00	MPa
tension strength fu	360.00	MPa
fabrication	cold formed	

.....SECTION CHECK:.....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 9.50 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	33.00	
maximum ratio 2	38.00	
maximum ratio 3	42.00	

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 0.00 m

Internal forces		
N _{Ed}	-862.51	kN
V _{y,Ed}	0.00	kN
V _{z,Ed}	1.33	kN
T _{Ed}	-0.00	kNm
M _{y,Ed}	-0.00	kNm
M _{z,Ed}	-0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
N _{c,Rd}	1608.42	kN
unity check	0.54	

Shear check (Vz)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
V _{c,Rd}	464.31	kN
unity check	0.00	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)
 Section classification is 1.

Table of values		
MN _{Vy,Rd}	50.34	kNm
MN _{Vz,Rd}	50.34	kNm

alfa 2.46 beta 2.46
 unity check 0.00

Element satisfies the section check !

.....STABILITY CHECK:.....

Buckling parameters			
	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	86.51	86.51	
Reduced slenderness	0.92	0.92	

Buckling parameters	yy	zz	
Buckling curve	c	c	
Imperfection	0.49	0.49	
Reduction factor	0.59	0.59	
Length	4.84	4.84	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	4.84	4.84	m
Critical Euler load	1895.33	1895.33	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb.Rd	943.91	kN
unity check	0.91	

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.448	
kyz	1.493	
kzy	1.161	
kzz	1.689	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	6844.33	mm ²
Wy	352414.25	mm ³
Wz	352414.25	mm ³
NRk	1608.42	kN
My,Rk	82.82	kNm
Mz,Rk	82.82	kNm
My,Ed	1.78	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	2226.80	kNm
reduced slenderness 0	0.19	
Cmy,0	1.014	
Cmz,0	1.110	
Cmy	1.014	
Cmz	1.110	
CmLT	1.000	
muy	0.743	
muz	0.743	
wy	1.233	
wz	1.233	
npl	0.536	
aLT	0.000	
bLT	0.000	
cLT	0.000	
dLT	0.000	
eLT	0.000	
Cyy	0.955	
Cyz	0.608	
Czy	0.715	
Czz	0.896	

unity check = 0.91 + 0.03 + 0.00 = 0.94

unity check = 0.91 + 0.03 + 0.00 = 0.94

Element satisfies the stability check!

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS8 - SHSCF140/140/12.5

EN 1993-1-1 Code Check

Member B41	SHSCF140/140/12.5	S 235	Potres 1	0.98
------------	-------------------	-------	----------	------

Note: EN 1993-1-3 article 1.1(3) specifies that this part does not apply to cold formed CHS and RHS sections. The default EN 1993-1-1 code check is executed instead of the EN 1993-1-3 code check

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	235.00	MPa
tension strength fu	360.00	MPa
fabrication	cold formed	

.....SECTION CHECK:.....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 8.20 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	33.00	
maximum ratio 2	38.00	
maximum ratio 3	42.00	

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 0.00 m

Internal forces		
NEd	-785.64	kN
Vy,Ed	0.00	kN
Vz,Ed	1.40	kN
TEd	0.00	kNm
My,Ed	-0.00	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
Nc,Rd	1554.31	kN
unity check	0.51	

Shear check (Vz)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
Vc,Rd	448.69	kN
unity check	0.00	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)
 Section classification is 1.

Table of values		
MNVy,Rd	47.69	kNm
MNVz,Rd	47.69	kNm

alfa 2.33 beta 2.33
 unity check 0.00

Element satisfies the section check !

.....STABILITY CHECK:.....

Buckling parameters			
	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	93.89	93.89	
Reduced slenderness	1.00	1.00	

Buckling parameters	yy	zz	
Buckling curve	c	c	
Imperfection	0.49	0.49	
Reduction factor	0.54	0.54	
Length	4.84	4.84	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	4.84	4.84	m
Critical Euler load	1555.05	1555.05	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb.Rd	839.45	kN
unity check	0.94	

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)

Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.518	
kyz	1.772	
kzy	1.280	
kzz	1.824	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	6614.08	mm ²
Wy	313773.41	mm ³
Wz	313773.41	mm ³
NRk	1554.31	kN
My,Rk	73.74	kNm
Mz,Rk	73.74	kNm
My,Ed	1.90	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	1820.95	kNm
reduced slenderness 0	0.20	
Cmy,0	1.015	
Cmz,0	1.122	
Cmy	1.015	
Cmz	1.122	
CmLT	1.000	
muy	0.680	
muz	0.680	
wy	1.249	
wz	1.249	
npl	0.505	
aLT	0.000	
bLT	0.000	
cLT	0.000	
dLT	0.000	
eLT	0.000	
Cyy	0.920	
Cyz	0.522	
Czy	0.655	
Czz	0.846	

$$\text{unity check} = 0.94 + 0.04 + 0.00 = 0.98$$

$$\text{unity check} = 0.94 + 0.03 + 0.00 = 0.97$$

Element satisfies the stability check!

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS10 - SHSCF150/150/6.0

EN 1993-1-1 Code Check

Member B44	SHSCF150/150/6.0	S 235	Potres 1	0.94
------------	------------------	-------	----------	------

Note: EN 1993-1-3 article 1.1(3) specifies that this part does not apply to cold formed CHS and RHS sections. The default EN 1993-1-1 code check is executed instead of the EN 1993-1-3 code check

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	235.00	MPa
tension strength fu	360.00	MPa
fabrication	cold formed	

.....SECTION CHECK:.....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 22.00 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	33.00	
maximum ratio 2	38.00	
maximum ratio 3	42.00	

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 0.00 m

Internal forces		
NEd	-438.53	kN
Vy,Ed	0.00	kN
Vz,Ed	0.63	kN
TEd	0.00	kNm
My,Ed	-0.00	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
Nc,Rd	789.60	kN
unity check	0.56	

Shear check (Vz)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
Vc,Rd	227.94	kN
unity check	0.00	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)
 Section classification is 1.

Table of values		
MNVy,Rd	25.00	kNm
MNVz,Rd	25.00	kNm

alfa 2.55 beta 2.55
 unity check 0.00

Element satisfies the section check !

.....STABILITY CHECK:.....

Buckling parameters			
	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	82.90	82.90	
Reduced slenderness	0.88	0.88	

Buckling parameters	yy	zz	
Buckling curve	c	c	
Imperfection	0.49	0.49	
Reduction factor	0.61	0.61	
Length	4.84	4.84	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	4.84	4.84	m
Critical Euler load	1013.32	1013.32	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb.Rd	482.03	kN
unity check	0.91	

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.420	
kyz	1.432	
kzy	1.142	
kzz	1.628	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	3360.00	mm ²
Wy	183747.80	mm ³
Wz	183747.80	mm ³
NRk	789.60	kN
My,Rk	43.18	kNm
Mz,Rk	43.18	kNm
My,Ed	0.84	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	1226.19	kNm
reduced slenderness 0	0.19	
Cmy,0	1.013	
Cmz,0	1.104	
Cmy	1.013	
Cmz	1.104	
CmLT	1.000	
muy	0.771	
muz	0.771	
wy	1.201	
wz	1.201	
npl	0.555	
aLT	0.000	
bLT	0.000	
cLT	0.000	
dLT	0.000	
eLT	0.000	
Cyy	0.970	
Cyz	0.629	
Czy	0.723	
Czz	0.922	

unity check = 0.91 + 0.03 + 0.00 = 0.94

unity check = 0.91 + 0.02 + 0.00 = 0.93

Element satisfies the stability check!

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS11 - SHSCF80/80/5.0

EN 1993-1-1 Code Check

Member B45	SHSCF80/80/5.0	S 235	Potres 3	1.00
------------	----------------	-------	----------	------

Note: EN 1993-1-3 article 1.1(3) specifies that this part does not apply to cold formed CHS and RHS sections. The default EN 1993-1-1 code check is executed instead of the EN 1993-1-3 code check

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	235.00	MPa
tension strength fu	360.00	MPa
fabrication	cold formed	

.....SECTION CHECK:.....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 13.00 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	33.00	
maximum ratio 2	38.00	
maximum ratio 3	42.00	

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 0.00 m

Internal forces		
N _{Ed}	-77.64	kN
V _{y,Ed}	0.00	kN
V _{z,Ed}	0.44	kN
T _{Ed}	0.00	kNm
M _{y,Ed}	-0.00	kNm
M _{z,Ed}	-0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
N _{c,Rd}	338.40	kN
unity check	0.23	

Shear check (V_z)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
V _{c,Rd}	97.69	kN
unity check	0.00	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)
 Section classification is 1.

Table of values		
MN _{Vy,Rd}	9.58	kNm
MN _{Vz,Rd}	9.58	kNm

alfa 1.76 beta 1.76
 unity check 0.00

Element satisfies the section check !

.....STABILITY CHECK:.....

Buckling parameters			
	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	160.52	160.52	
Reduced slenderness	1.71	1.71	

Buckling parameters	yy	zz	
Buckling curve	c	c	
Imperfection	0.49	0.49	
Reduction factor	0.26	0.26	
Length	4.84	4.84	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	4.84	4.84	m
Critical Euler load	115.83	115.83	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb.Rd	86.44	kN
unity check	0.90	

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.539	
kyz	1.752	
kzy	1.539	
kzz	1.752	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	1440.00	mm ²
Wy	41126.61	mm ³
Wz	41126.61	mm ³
NRk	338.40	kN
My,Rk	9.66	kNm
Mz,Rk	9.66	kNm
My,Ed	0.62	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	142.86	kNm
reduced slenderness 0	0.26	
Cmy,0	1.020	
Cmz,0	1.162	
Cmy	1.020	
Cmz	1.162	
CmLT	1.000	
muy	0.398	
muz	0.398	
wy	1.250	
wz	1.250	
npl	0.229	
aLT	0.000	
bLT	0.000	
cLT	0.000	
dLT	0.000	
eLT	0.000	
Cyy	0.800	
Cyz	0.480	
Czy	0.480	
Czz	0.800	

unity check = 0.90 + 0.10 + 0.00 = 1.00

unity check = 0.90 + 0.10 + 0.00 = 1.00

Element satisfies the stability check!

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS6 - HEA300

EN 1993-1-1 Code Check

Member B2	HEA300	S 355	Potres1.	0.95
-----------	--------	-------	----------	------

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	355.00	MPa
tension strength fu	510.00	MPa
fabrication	rolled	

....SECTION CHECK:....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 24.47 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio	1	26.85
maximum ratio	2	30.92
maximum ratio	3	34.17

==> Class cross-section 1

Width-to-thickness ratio for outstand flanges (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 2).
 ratio 8.48 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio	1	7.32
maximum ratio	2	8.14
maximum ratio	3	11.39

==> Class cross-section 3

The critical check is on position 0.00 m

Internal forces		
N _{Ed}	-2381.47	kN
V _{y,Ed}	-0.00	kN
V _{z,Ed}	-2.35	kN
T _{Ed}	-0.00	kNm
M _{y,Ed}	0.00	kNm
M _{z,Ed}	0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 3.

Table of values		
N _{c,Rd}	4011.50	kN
unity check	0.59	

Shear check (Vz)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
V _{c,Rd}	773.72	kN
unity check	0.00	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1: 6.2.9.2.& 6.2.10 and formula EN 1993-1-1: (6.42)
 Section classification is 3.

Table of values		
sigma N	210.75	MPa
sigma M _{yy}	-0.00	MPa
sigma M _{zz}	-0.00	MPa

ro 0.00 place 20
 unity check 0.59

Element satisfies the section check !

.....**STABILITY CHECK**.....

Buckling parameters	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	29.86	50.85	
Reduced slenderness	0.39	0.67	
Buckling curve	b	c	
Imperfection	0.34	0.49	
Reduction factor	0.93	0.75	
Length	19.00	19.00	m
Buckling factor	0.20	0.20	
Buckling length	3.80	3.80	m
Critical Euler load	26266.54	9056.93	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb,Rd	2992.21	kN
unity check	0.80	

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.872	
kyz	1.433	
kzy	1.729	
kzz	1.323	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	11300.00	mm ²
Wy	1260000.00	mm ³
Wz	421000.00	mm ³
NRk	4011.50	kN
My,Rk	447.30	kNm
Mz,Rk	149.46	kNm
My,Ed	40.04	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	165.63	kNm
reduced slenderness 0	1.64	
Cmy,0	0.917	
Cmz,0	1.063	
Cmy	0.940	
Cmz	1.063	
CmLT	1.824	
muy	0.993	
muz	0.917	
wy	1.098	
wz	1.500	
npl	0.594	
aLT	0.995	
bLT	0.000	
cLT	0.449	
dLT	0.000	
eLT	0.814	
Cyy	1.034	
Cyz	1.095	
Czy	0.917	
Czz	0.955	

$$\text{unity check} = 0.64 + 0.17 + 0.00 = 0.81$$

$$\text{unity check} = 0.80 + 0.15 + 0.00 = 0.95$$

Element satisfies the stability check !

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS3 - HEA340

EN 1993-1-1 Code Check

Member B5	HEA340	S 355	NC15	0.76
-----------	--------	-------	------	------

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	355.00	MPa
tension strength fu	510.00	MPa
fabrication	rolled	

....SECTION CHECK:....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 25.58 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio	1	26.85
maximum ratio	2	30.92
maximum ratio	3	34.17

==> Class cross-section 1

Width-to-thickness ratio for outstand flanges (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 2).
 ratio 7.17 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio	1	7.32
maximum ratio	2	8.14
maximum ratio	3	11.39

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 3.00 m

Internal forces		
NEd	-25.47	kN
Vy,Ed	-0.00	kN
Vz,Ed	0.00	kN
TEd	-0.00	kNm
My,Ed	395.92	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
Nc,Rd	4757.00	kN
unity check	0.01	

Bending moment check (My)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.5. and formula EN 1993-1-1 : (6.12)
 Section classification is 1.

Table of values		
Mc,Rd	656.75	kNm
unity check	0.60	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)
 Section classification is 1.

Table of values		
MNVy,Rd	656.75	kNm
MNVz,Rd	268.38	kNm

alfa 2.00 beta 1.00
 unity check 0.60

Element satisfies the section check !

....:STABILITY CHECK:....

Buckling parameters	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	41.73	80.52	
Reduced slenderness	0.55	1.05	
Buckling curve	b	c	
Imperfection	0.34	0.49	
Reduction factor	0.86	0.51	
Length	6.00	6.00	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	6.00	6.00	m
Critical Euler load	15947.64	4283.41	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb.Rd	2423.00	kN
unity check	0.01	

LTB check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.54)

Table of values		
Mb.Rd	528.23	kNm
Wy	1850000.00	mm ³
reduction	0.80	
imperfection	0.21	
reduced slenderness	0.78	
method for LTB curve	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	1066.51	kNm
unity check	0.75	

LTB		
LTB length	6.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.13	
C2	0.45	
C3	0.53	

load in center of gravity

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.002	
kyz	1.209	
kzy	0.516	
kzz	1.007	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	13400.00	mm ²
Wy	1850000.00	mm ³
Wz	756000.00	mm ³
NRk	4757.00	kN
My,Rk	656.75	kNm
Mz,Rk	268.38	kNm
My,Ed	395.92	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	943.81	kNm
reduced slenderness 0	0.83	
Cmy,0	1.000	
Cmz,0	1.001	
Cmy	1.000	
Cmz	1.001	
CmLT	1.000	
muy	1.000	
muz	0.997	
wy	1.101	
wz	1.500	
npl	0.005	

Table of values			
Student version	*Student version*	*Student version*	*Student vers
aLT		0.995	
bLT		0.000	
cLT		0.833	
dLT		0.000	
eLT		0.794	
Cyy		0.999	
Cyz		0.583	
Czy		0.996	
Czz		0.997	

unity check = 0.01 + 0.75 + 0.00 = 0.76

unity check = 0.01 + 0.39 + 0.00 = 0.40

Element satisfies the stability check!

Student version

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS12 - HEM280

EN 1993-1-1 Code Check

Member B22	HEM280	S 235	NC4	0.22
------------	--------	-------	-----	------

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	235.00	MPa
tension strength fu	360.00	MPa
fabrication	rolled	

....SECTION CHECK:....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 10.59 on position 1.50 m

ratio		
maximum ratio	1	67.86
maximum ratio	2	78.14
maximum ratio	3	130.65

==> Class cross-section 1

Width-to-thickness ratio for outstand flanges (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 2).
 ratio 3.36 on position 1.50 m

ratio		
maximum ratio	1	9.00
maximum ratio	2	10.00
maximum ratio	3	13.77

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 3.00 m

Internal forces		
N _{Ed}	43.96	kN
V _{y,Ed}	-0.00	kN
V _{z,Ed}	-184.45	kN
T _{Ed}	0.00	kNm
M _{y,Ed}	-153.04	kNm
M _{z,Ed}	-0.00	kNm

Normal force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.5)

Table of values		
N _{t,Rd}	5644.70	kN
unity check	0.01	

Shear check (Vz)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
V _{c,Rd}	977.76	kN
unity check	0.19	

Bending moment check (My)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.5. and formula EN 1993-1-1 : (6.12)
 Section classification is 1.

Table of values		
M _{c,Rd}	695.60	kNm
unity check	0.22	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)
 Section classification is 1.

Table of values		
MNVy.Rd	695.60	kNm
MNVz.Rd	328.53	kNm

alfa 2.00 beta 1.00

unity check 0.22

Element satisfies the section check !

....STABILITY CHECK:....

Buckling parameters	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	46.73	80.94	
Reduced slenderness	0.50	0.86	
Buckling curve	b	c	
Imperfection	0.34	0.49	
Reduction factor	0.89	0.62	
Length	6.00	6.00	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	6.00	6.00	m
Critical Euler load	22798.79	7599.60	kN

LTB check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.54)

Table of values		
Mb.Rd	695.60	kNm
Wy	2960000.00	mm ³
reduction	1.00	
imperfection	0.21	
reduced slenderness	0.46	
method for LTB curve	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	3323.56	kNm
unity check	0.22	

LTB		
LTB length	6.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.35	
C2	0.55	
C3	1.73	

load in center of gravity

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)

Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.000	
kyz	0.722	
kzy	0.528	
kzz	1.000	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	24020.00	mm ²
Wy	2960000.00	mm ³
Wz	1398000.00	mm ³
NRk	5644.70	kN
My,Rk	695.60	kNm
Mz,Rk	328.53	kNm
My,Ed	-153.04	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	2461.89	kNm
reduced slenderness 0	0.53	
Cmy,0	1.000	
Cmz,0	1.000	
Cmy	1.000	
Cmz	1.000	
CmLT	1.000	
muy	1.000	
muz	1.000	
wy	1.160	
wz	1.500	
npl	0.000	
aLT	0.980	
bLT	0.000	

Table of values			
Student version	*Student version*	*Student version*	*Student vers
cLT		0.110	
dLT		0.000	
eLT		0.299	
Cyy		1.000	
Cyz		0.945	
Czy		1.000	
Czz		1.000	

unity check = 0.00 + 0.22 + 0.00 = 0.22

unity check = 0.00 + 0.12 + 0.00 = 0.12

Element satisfies the stability check!

Student version

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS13 - HEM180

EN 1993-1-1 Code Check

Member B30	HEM180	S 235	Potres3.	0.10
------------	--------	-------	----------	------

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	235.00	MPa
tension strength fu	360.00	MPa
fabrication	rolled	

....SECTION CHECK:....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 8.41 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	33.00	
maximum ratio 2	38.00	
maximum ratio 3	42.00	

==> Class cross-section 1

Width-to-thickness ratio for outstand flanges (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 2).
 ratio 2.95 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	9.00	
maximum ratio 2	10.00	
maximum ratio 3	14.00	

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 3.00 m

Internal forces		
N _{Ed}	-84.41	kN
V _{y,Ed}	-0.00	kN
V _{z,Ed}	-8.24	kN
T _{Ed}	0.00	kNm
M _{y,Ed}	-4.60	kNm
M _{z,Ed}	-0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
N _{c,Rd}	2662.55	kN
unity check	0.03	

Shear check (Vz)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
V _{c,Rd}	470.80	kN
unity check	0.02	

Bending moment check (My)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.5. and formula EN 1993-1-1 : (6.12)
 Section classification is 1.

Table of values		
M _{c,Rd}	207.74	kNm
unity check	0.02	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)

Section classification is 1.

Table of values		
MNVy.Rd	207.74	kNm
MNVz.Rd	100.11	kNm

alfa 2.00 beta 1.00
unity check 0.02

Element satisfies the section check !

....:STABILITY CHECK:....

Buckling parameters	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	73.79	125.74	
Reduced slenderness	0.79	1.34	
Buckling curve	b	c	
Imperfection	0.34	0.49	
Reduction factor	0.73	0.37	
Length	6.00	6.00	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	6.00	6.00	m
Critical Euler load	4312.19	1485.38	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb.Rd	992.65	kN
unity check	0.09	

LTB check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.54)

Table of values		
Mb.Rd	207.74	kNm
Wy	884000.00	mm ³
reduction	1.00	
imperfection	0.21	
reduced slenderness	0.55	
method for LTB curve	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	689.67	kNm
unity check	0.02	

LTB		
LTB length	6.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.35	
C2	0.55	
C3	1.73	

load in center of gravity

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.026	
kyz	0.743	
kzy	0.550	
kzz	1.060	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	11330.00	mm ²
Wy	884000.00	mm ³
Wz	426000.00	mm ³
NRk	2662.55	kN
My,Rk	207.74	kNm
Mz,Rk	100.11	kNm
My,Ed	-4.60	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	510.87	kNm
reduced slenderness 0	0.64	
Cmy,0	0.996	
Cmz,0	1.014	

Table of values			
Student version	*Student version*	*Student version*	*Student
Cmy		0.998	
Cmz		1.014	
CmLT		1.000	
muy		0.995	
muz		0.964	
wy		1.181	
wz		1.500	
npl		0.032	
aLT		0.973	
bLT		0.000	
cLT		0.011	
dLT		0.000	
eLT		0.007	
Cyy		0.987	
Cyz		0.973	
Czy		0.949	
Czz		0.977	

unity check = 0.04 + 0.02 + 0.00 = 0.07

unity check = 0.09 + 0.01 + 0.00 = 0.10

Element satisfies the stability check!

Student version

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS5 - HEA160

EN 1993-1-1 Code Check

Member B32	HEA160	S 355	NC4	0.86
------------	--------	-------	-----	------

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	355.00	MPa
tension strength fu	510.00	MPa
fabrication	rolled	

....SECTION CHECK:....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 17.33 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio	1	47.78
maximum ratio	2	55.02
maximum ratio	3	52.55

==> Class cross-section 1

Width-to-thickness ratio for outstand flanges (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 2).
 ratio 6.89 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio	1	7.32
maximum ratio	2	8.14
maximum ratio	3	11.20

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 9.32 m

Internal forces		
N _{Ed}	-52.66	kN
V _{y,Ed}	0.00	kN
V _{z,Ed}	-25.82	kN
T _{Ed}	-0.00	kNm
M _{y,Ed}	-32.84	kNm
M _{z,Ed}	0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
N _{c,Rd}	1377.40	kN
unity check	0.04	

Shear check (Vz)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
V _{c,Rd}	271.37	kN
unity check	0.10	

Bending moment check (My)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.5. and formula EN 1993-1-1 : (6.12)
 Section classification is 1.

Table of values		
M _{c,Rd}	87.33	kNm
unity check	0.38	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)

Section classification is 1.

Table of values		
MNVy,Rd	87.33	kNm
MNVz,Rd	41.89	kNm

alfa 2.00 beta 1.00
unity check 0.38

Element satisfies the section check !

....:STABILITY CHECK:....

Buckling parameters	yy	zz	
type	non-Sway	non-Sway	
Slenderness	76.22	83.58	
Reduced slenderness	1.00	1.09	
Buckling curve	b	c	
Imperfection	0.34	0.49	
Reduction factor	0.60	0.49	
Length	10.00	10.00	m
Buckling factor	0.50	0.33	
Buckling length	5.00	3.33	m
Critical Euler load	1384.38	1151.25	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb,Rd	671.55	kN
unity check	0.08	

LTB check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.54)

Table of values		
Mb,Rd	43.00	kNm
Wy	246000.00	mm ³
reduction	0.49	
imperfection	0.21	
reduced slenderness	1.26	
method for LTB curve	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	54.87	kNm
unity check	0.76	

LTB		
LTB length	10.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.50	
C2	0.81	
C3	2.64	

load in center of gravity

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.037	
kyz	1.598	
kzy	0.548	
kzz	1.071	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	3880.00	mm ²
Wy	246000.00	mm ³
Wz	118000.00	mm ³
NRk	1377.40	kN
My,Rk	87.33	kNm
Mz,Rk	41.89	kNm
My,Ed	-33.15	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	36.62	kNm
reduced slenderness 0	1.54	
Cmy,0	0.967	
Cmz,0	1.011	

Table of values			
Student version	*Student version*	*Student version*	*Student
Cmy		0.992	
Cmz		1.011	
CmLT		1.016	
muy		0.984	
muz		0.976	
wy		1.118	
wz		1.500	
npl		0.038	
aLT		0.993	
bLT		0.000	
cLT		2.859	
dLT		0.000	
eLT		1.322	
Cyy		0.994	
Cyz		0.453	
Czy		0.966	
Czz		0.965	

unity check = 0.06 + 0.80 + 0.00 = 0.86

unity check = 0.08 + 0.42 + 0.00 = 0.50

Element satisfies the stability check!

Student version

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS7 - SHSCF150/150/12.5

EN 1993-1-1 Code Check

Member B45	SHSCF150/150/12.5	S 235	Potres1.	0.97
------------	-------------------	-------	----------	------

Note: EN 1993-1-3 article 1.1(3) specifies that this part does not apply to cold formed CHS and RHS sections. The default EN 1993-1-1 code check is executed instead of the EN 1993-1-3 code check

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	235.00	MPa
tension strength fu	360.00	MPa
fabrication	cold formed	

.....SECTION CHECK:.....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 9.00 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	33.00	
maximum ratio 2	38.00	
maximum ratio 3	42.00	

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 0.00 m

Internal forces		
NEd	-919.50	kN
Vy,Ed	0.00	kN
Vz,Ed	1.42	kN
TEd	-0.00	kNm
My,Ed	-0.00	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
Nc,Rd	1671.81	kN
unity check	0.55	

Shear check (Vz)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
Vc,Rd	482.61	kN
unity check	0.00	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)
 Section classification is 1.

Table of values		
MNVy,Rd	50.50	kNm
MNVz,Rd	50.50	kNm

alfa 2.52 beta 2.52
 unity check 0.00

Element satisfies the section check !

.....STABILITY CHECK:.....

Buckling parameters			
	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	86.91	86.91	
Reduced slenderness	0.93	0.93	

Buckling parameters	yy	zz	
Buckling curve	c	c	
Imperfection	0.49	0.49	
Reduction factor	0.58	0.58	
Length	4.84	4.84	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	4.84	4.84	m
Critical Euler load	1952.18	1952.18	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb.Rd	976.84	kN
unity check	0.94	

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.470	
kyz	1.554	
kzy	1.187	
kzz	1.731	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	7114.08	mm ²
Wy	364634.53	mm ³
Wz	364634.53	mm ³
NRk	1671.81	kN
My,Rk	85.69	kNm
Mz,Rk	85.69	kNm
My,Ed	1.91	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	2291.25	kNm
reduced slenderness 0	0.19	
Cmy,0	1.014	
Cmz,0	1.114	
Cmy	1.014	
Cmz	1.114	
CmLT	1.000	
muy	0.730	
muz	0.730	
wy	1.239	
wz	1.239	
npl	0.550	
aLT	0.000	
bLT	0.000	
cLT	0.000	
dLT	0.000	
eLT	0.000	
Cyy	0.952	
Cyz	0.593	
Czy	0.707	
Czz	0.888	

$$\text{unity check} = 0.94 + 0.03 + 0.00 = 0.97$$

$$\text{unity check} = 0.94 + 0.03 + 0.00 = 0.97$$

Element satisfies the stability check!

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS9 - SHSCF150/150/10.0

EN 1993-1-1 Code Check

Member B43	SHSCF150/150/10.0	S 235	Potres1.	0.98
------------	-------------------	-------	----------	------

Note: EN 1993-1-3 article 1.1(3) specifies that this part does not apply to cold formed CHS and RHS sections. The default EN 1993-1-1 code check is executed instead of the EN 1993-1-3 code check

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	235.00	MPa
tension strength fu	360.00	MPa
fabrication	cold formed	

.....SECTION CHECK:.....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 12.00 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	33.00	
maximum ratio 2	38.00	
maximum ratio 3	42.00	

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 0.00 m

Internal forces		
N _{Ed}	-690.44	kN
V _{y,Ed}	0.00	kN
V _{z,Ed}	1.05	kN
T _{Ed}	-0.00	kNm
M _{y,Ed}	-0.00	kNm
M _{z,Ed}	-0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
N _{c,Rd}	1236.10	kN
unity check	0.56	

Shear check (V_z)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
V _{c,Rd}	356.83	kN
unity check	0.00	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)
 Section classification is 1.

Table of values		
M _{NV_y,Rd}	38.65	kNm
M _{NV_z,Rd}	38.65	kNm

alfa 2.56 beta 2.56
 unity check 0.00

Element satisfies the section check !

.....STABILITY CHECK:.....

Buckling parameters			
	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	86.36	86.36	
Reduced slenderness	0.92	0.92	

Buckling parameters	yy	zz	
Buckling curve	c	c	
Imperfection	0.49	0.49	
Reduction factor	0.59	0.59	
Length	4.84	4.84	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	4.84	4.84	m
Critical Euler load	1461.62	1461.62	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb.Rd	726.61	kN
unity check	0.95	

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.453	
kyz	1.289	
kzy	1.016	
kzz	1.747	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	5260.00	mm ²
Wy	292568.56	mm ³
Wz	292568.56	mm ³
NRk	1236.10	kN
My,Rk	68.75	kNm
Mz,Rk	68.75	kNm
My,Ed	1.42	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	1832.91	kNm
reduced slenderness 0	0.19	
Cmy,0	1.014	
Cmz,0	1.114	
Cmy	1.014	
Cmz	1.114	
CmLT	1.000	
muy	0.730	
muz	0.730	
wy	1.330	
wz	1.330	
npl	0.559	
aLT	0.000	
bLT	0.000	
cLT	0.000	
dLT	0.000	
eLT	0.000	
Cyy	0.966	
Cyz	0.718	
Czy	0.829	
Czz	0.883	

unity check = 0.95 + 0.03 + 0.00 = 0.98

unity check = 0.95 + 0.02 + 0.00 = 0.97

Element satisfies the stability check!

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS10 - SHSCF140/140/8.0

EN 1993-1-1 Code Check

Member B42	SHSCF140/140/8.0	S 235	Potres1.	0.96
-------------------	-------------------------	--------------	-----------------	-------------

Note: EN 1993-1-3 article 1.1(3) specifies that this part does not apply to cold formed CHS and RHS sections. The default EN 1993-1-1 code check is executed instead of the EN 1993-1-3 code check

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	235.00	MPa
tension strength fu	360.00	MPa
fabrication	cold formed	

.....SECTION CHECK:.....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 14.50 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	33.00	
maximum ratio 2	38.00	
maximum ratio 3	42.00	

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 0.00 m

Internal forces		
N _{Ed}	-487.02	kN
V _{y,Ed}	0.00	kN
V _{z,Ed}	0.82	kN
T _{Ed}	-0.00	kNm
M _{y,Ed}	-0.00	kNm
M _{z,Ed}	-0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
N _{c,Rd}	940.00	kN
unity check	0.52	

Shear check (Vz)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
V _{c,Rd}	271.35	kN
unity check	0.00	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)
 Section classification is 1.

Table of values		
M _{NV_y,Rd}	30.25	kNm
M _{NV_z,Rd}	30.25	kNm

alfa 2.38 beta 2.38
 unity check 0.00

Element satisfies the section check !

.....STABILITY CHECK:.....

Buckling parameters			
	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	91.21	91.21	
Reduced slenderness	0.97	0.97	

Buckling parameters	yy	zz	
Buckling curve	c	c	
Imperfection	0.49	0.49	
Reduction factor	0.56	0.56	
Length	4.84	4.84	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	4.84	4.84	m
Critical Euler load	996.52	996.52	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb.Rd	523.40	kN
unity check	0.93	

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.493	
kyz	1.506	
kzy	1.140	
kzz	1.798	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	4000.00	mm ²
Wy	208355.11	mm ³
Wz	208355.11	mm ³
NRk	940.00	kN
My,Rk	48.96	kNm
Mz,Rk	48.96	kNm
My,Ed	1.11	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	1238.21	kNm
reduced slenderness 0	0.20	
Cmy,0	1.015	
Cmz,0	1.118	
Cmy	1.015	
Cmz	1.118	
CmLT	1.000	
muy	0.702	
muz	0.702	
wy	1.294	
wz	1.294	
npl	0.518	
aLT	0.000	
bLT	0.000	
cLT	0.000	
dLT	0.000	
eLT	0.000	
Cyy	0.933	
Cyz	0.612	
Czy	0.734	
Czz	0.854	

$$\text{unity check} = 0.93 + 0.03 + 0.00 = 0.96$$

$$\text{unity check} = 0.93 + 0.03 + 0.00 = 0.96$$

Element satisfies the stability check!

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS11 - SHSCF80/80/6.0

EN 1993-1-1 Code Check

Member B41	SHSCF80/80/6.0	S 235	Potres3.	0.89
------------	----------------	-------	----------	------

Note: EN 1993-1-3 article 1.1(3) specifies that this part does not apply to cold formed CHS and RHS sections. The default EN 1993-1-1 code check is executed instead of the EN 1993-1-3 code check

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	235.00	MPa
tension strength fu	360.00	MPa
fabrication	cold formed	

.....SECTION CHECK:.....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 10.33 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	33.00	
maximum ratio 2	38.00	
maximum ratio 3	42.00	

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 0.00 m

Internal forces		
N _{Ed}	-79.65	kN
V _{y,Ed}	-0.00	kN
V _{z,Ed}	0.43	kN
T _{Ed}	0.00	kNm
M _{y,Ed}	-0.00	kNm
M _{z,Ed}	0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
N _{c,Rd}	394.80	kN
unity check	0.20	

Shear check (Vz)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
V _{c,Rd}	113.97	kN
unity check	0.00	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)
 Section classification is 1.

Table of values		
M _{NV_y,Rd}	11.22	kNm
M _{NV_z,Rd}	11.22	kNm

alfa 1.74 beta 1.74
 unity check 0.00

Element satisfies the section check !

.....STABILITY CHECK:.....

Buckling parameters			
	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	162.57	162.57	
Reduced slenderness	1.73	1.73	

Buckling parameters	yy	zz	
Buckling curve	c	c	
Imperfection	0.49	0.49	
Reduction factor	0.25	0.25	
Length	4.84	4.84	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	4.84	4.84	m
Critical Euler load	131.75	131.75	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb.Rd	98.77	kN
unity check	0.81	

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.536	
kyz	1.729	
kzy	1.536	
kzz	1.729	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	1680.00	mm ²
Wy	47759.80	mm ³
Wz	47759.80	mm ³
NRk	394.80	kN
My,Rk	11.22	kNm
Mz,Rk	11.22	kNm
My,Ed	0.60	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	163.81	kNm
reduced slenderness 0	0.26	
Cmy,0	1.018	
Cmz,0	1.146	
Cmy	1.018	
Cmz	1.146	
CmLT	1.000	
muy	0.466	
muz	0.466	
wy	1.280	
wz	1.280	
npl	0.202	
aLT	0.000	
bLT	0.000	
cLT	0.000	
dLT	0.000	
eLT	0.000	
Cyy	0.781	
Cyz	0.469	
Czy	0.469	
Czz	0.781	

$$\text{unity check} = 0.81 + 0.08 + 0.00 = 0.89$$

$$\text{unity check} = 0.81 + 0.08 + 0.00 = 0.89$$

Element satisfies the stability check!

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS3 - HEM300

EN 1993-1-1 Code Check

Member B5	HEM300	S 355	Potres 1	0.13
-----------	--------	-------	----------	------

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	355.00	MPa
tension strength fu	510.00	MPa
fabrication	rolled	

....SECTION CHECK:....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 9.90 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	26.85	
maximum ratio 2	30.92	
maximum ratio 3	34.17	

==> Class cross-section 1

Width-to-thickness ratio for outstand flanges (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 2).
 ratio 3.01 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	7.32	
maximum ratio 2	8.14	
maximum ratio 3	11.39	

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 4.00 m

Internal forces		
N _{Ed}	-1054.34	kN
V _{y,Ed}	0.00	kN
V _{z,Ed}	-6.21	kN
T _{Ed}	-0.00	kNm
M _{y,Ed}	-6.24	kNm
M _{z,Ed}	0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
N _{c,Rd}	10760.05	kN
unity check	0.10	

Shear check (Vz)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
V _{c,Rd}	1855.91	kN
unity check	0.00	

Bending moment check (My)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.5. and formula EN 1993-1-1 : (6.12)
 Section classification is 1.

Table of values		
M _{c,Rd}	1448.40	kNm
unity check	0.00	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)

Section classification is 1.

Table of values		
MNVy.Rd	1448.40	kNm
MNVz.Rd	679.47	kNm

alfa 2.00 beta 1.00
unity check 0.00

Element satisfies the section check !

....:STABILITY CHECK:....

Buckling parameters	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	57.19	12.50	
Reduced slenderness	0.75	0.16	
Buckling curve	b	c	
Imperfection	0.34	0.49	
Reduction factor	0.76	1.00	
Length	8.00	8.00	m
Buckling factor	1.00	0.13	
Buckling length	8.00	1.00	m
Critical Euler load	19204.09	402087.68	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb.Rd	8130.42	kN
unity check	0.13	

LTB check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.54)

Table of values		
Mb.Rd	1448.40	kNm
Wy	4080000.00	mm ³
reduction	1.00	
imperfection	0.21	
reduced slenderness	0.62	
method for LTB curve	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	3827.77	kNm
unity check	0.00	

LTB		
LTB length	8.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.35	
C2	0.55	
C3	1.73	

load in center of gravity

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.031	
kyz	0.643	
kzy	0.571	
kzz	0.977	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	30310.00	mm ²
Wy	4080000.00	mm ³
Wz	1914000.00	mm ³
NRk	10760.05	kN
My,Rk	1448.40	kNm
Mz,Rk	679.47	kNm
My,Ed	-6.24	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	2835.38	kNm
reduced slenderness 0	0.71	
Cmy,0	0.990	
Cmz,0	1.001	

Table of values			
Student version	*Student version*	*Student version*	*Student vers
Cmy		0.992	
Cmz		1.001	
CmLT		1.000	
muy		0.986	
muz		1.000	
wy		1.172	
wz		1.500	
npl		0.098	
aLT		0.976	
bLT		0.000	
cLT		0.004	
dLT		0.000	
eLT		0.051	
Cyy		1.004	
Cyz		1.045	
Czy		0.975	
Czz		1.027	

unity check = 0.13 + 0.00 + 0.00 = 0.13

unity check = 0.10 + 0.00 + 0.00 = 0.10

Element satisfies the stability check!

Student version

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS4 - HEM200

EN 1993-1-1 Code Check

Member B27	HEM200	S 355	Potres 1	0.23
------------	--------	-------	----------	------

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	355.00	MPa
tension strength fu	510.00	MPa
fabrication	rolled	

....SECTION CHECK:....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 8.93 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio	1	26.85
maximum ratio	2	30.92
maximum ratio	3	34.17

==> Class cross-section 1

Width-to-thickness ratio for outstand flanges (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 2).
 ratio 3.10 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio	1	7.32
maximum ratio	2	8.14
maximum ratio	3	11.39

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 4.00 m

Internal forces		
N _{Ed}	-208.60	kN
V _{y,Ed}	0.00	kN
V _{z,Ed}	-2.69	kN
T _{Ed}	-0.00	kNm
M _{y,Ed}	-2.70	kNm
M _{z,Ed}	0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
N _{c,Rd}	4661.15	kN
unity check	0.04	

Shear check (Vz)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
V _{c,Rd}	841.36	kN
unity check	0.00	

Bending moment check (My)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.5. and formula EN 1993-1-1 : (6.12)
 Section classification is 1.

Table of values		
M _{c,Rd}	403.28	kNm
unity check	0.01	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)

Section classification is 1.

Table of values		
MNVy.Rd	403.28	kNm
MNVz.Rd	193.12	kNm

alfa 2.00 beta 1.00
unity check 0.01

Element satisfies the section check !

....:STABILITY CHECK:....

Buckling parameters	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	88.62	151.73	
Reduced slenderness	1.16	1.99	
Buckling curve	b	c	
Imperfection	0.34	0.49	
Reduction factor	0.50	0.20	
Length	8.00	8.00	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	8.00	8.00	m
Critical Euler load	3465.16	1182.04	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb.Rd	925.71	kN
unity check	0.23	

LTB check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.54)

Table of values		
Mb.Rd	403.28	kNm
Wy	1136000.00	mm ³
reduction	1.00	
imperfection	0.21	
reduced slenderness	0.76	
method for LTB curve	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	689.61	kNm
unity check	0.01	

LTB		
LTB length	8.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.35	
C2	0.55	
C3	1.73	

load in center of gravity

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.142	
kyz	0.960	
kzy	0.617	
kzz	1.213	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	13130.00	mm ²
Wy	1136000.00	mm ³
Wz	544000.00	mm ³
NRk	4661.15	kN
My,Rk	403.28	kNm
Mz,Rk	193.12	kNm
My,Ed	-2.70	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	510.82	kNm
reduced slenderness 0	0.89	
Cmy,0	0.989	
Cmz,0	1.043	

Table of values			
Student version	*Student version*	*Student version*	*Student vers
Cmy	0.992		
Cmz	1.043		
CmLT	1.064		
muy	0.969		
muz	0.853		
wy	1.174		
wz	1.500		
npl	0.045		
aLT	0.976		
bLT	0.000		
cLT	0.003		
dLT	0.000		
eLT	0.001		
Cyy	0.954		
Cyz	0.867		
Czy	0.826		
Czz	0.891		

unity check = 0.09 + 0.01 + 0.00 = 0.10

unity check = 0.23 + 0.00 + 0.00 = 0.23

Element satisfies the stability check!

Student version

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS5 - SHSCF200/200/12.0

EN 1993-1-1 Code Check

Member B31	SHSCF200/200/12.0	S 235	Potres 1	1.00
------------	-------------------	-------	----------	------

Note: EN 1993-1-3 article 1.1(3) specifies that this part does not apply to cold formed CHS and RHS sections. The default EN 1993-1-1 code check is executed instead of the EN 1993-1-3 code check

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	235.00	MPa
tension strength fu	360.00	MPa
fabrication	cold formed	

.....SECTION CHECK:.....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 13.67 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	33.00	
maximum ratio 2	38.00	
maximum ratio 3	42.00	

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 0.00 m

Internal forces		
NEd	-1358.35	kN
Vy,Ed	0.00	kN
Vz,Ed	1.91	kN
TEd	0.00	kNm
My,Ed	-0.00	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
Nc,Rd	1976.35	kN
unity check	0.69	

Shear check (Vz)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
Vc,Rd	570.52	kN
unity check	0.00	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)
 Section classification is 1.

Table of values		
MNVy,Rd	60.93	kNm
MNVz,Rd	60.93	kNm

alfa 3.56 beta 3.56
 unity check 0.00

Element satisfies the section check !

.....STABILITY CHECK:.....

Buckling parameters			
	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	68.72	68.72	
Reduced slenderness	0.73	0.73	

Buckling parameters	yy	zz	
Buckling curve	c	c	
Imperfection	0.49	0.49	
Reduction factor	0.70	0.70	
Length	5.52	5.52	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	5.52	5.52	m
Critical Euler load	3690.97	3690.97	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb.Rd	1393.22	kN
unity check	0.97	

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.315	
kyz	1.123	
kzy	0.960	
kzz	1.470	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	8410.00	mm ²
Wy	651222.25	mm ³
Wz	651222.25	mm ³
NRk	1976.35	kN
My,Rk	153.04	kNm
Mz,Rk	153.04	kNm
My,Ed	2.87	kNm
Mz,Ed	-0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	4961.27	kNm
reduced slenderness 0	0.18	
Cmy,0	1.011	
Cmz,0	1.089	
Cmy	1.011	
Cmz	1.089	
CmLT	1.000	
muy	0.853	
muz	0.853	
wy	1.201	
wz	1.201	
npl	0.687	
aLT	0.000	
bLT	0.000	
cLT	0.000	
dLT	0.000	
eLT	0.000	
Cyy	1.038	
Cyz	0.785	
Czy	0.853	
Czz	1.000	

unity check = 0.97 + 0.02 + 0.00 = 1.00

unity check = 0.97 + 0.02 + 0.00 = 0.99

Element satisfies the stability check!

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS6 - SHSCF220/220/10.0

EN 1993-1-1 Code Check

Member B32	SHSCF220/220/10.0	S 235	Potres 1	0.92
------------	-------------------	-------	----------	------

Note: EN 1993-1-3 article 1.1(3) specifies that this part does not apply to cold formed CHS and RHS sections. The default EN 1993-1-1 code check is executed instead of the EN 1993-1-3 code check

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	235.00	MPa
tension strength fu	360.00	MPa
fabrication	cold formed	

.....SECTION CHECK:.....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 19.00 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	33.00	
maximum ratio 2	38.00	
maximum ratio 3	42.00	

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 0.00 m

Internal forces		
NEd	-1239.16	kN
Vy,Ed	-0.00	kN
Vz,Ed	1.71	kN
TEd	-0.00	kNm
My,Ed	-0.00	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
Nc,Rd	1894.10	kN
unity check	0.65	

Shear check (Vz)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
Vc,Rd	546.78	kN
unity check	0.00	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)
 Section classification is 1.

Table of values		
MNVy,Rd	69.39	kNm
MNVz,Rd	69.39	kNm

alfa 3.21 beta 3.21
 unity check 0.00

Element satisfies the section check !

.....STABILITY CHECK:.....

Buckling parameters			
	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	65.14	65.14	
Reduced slenderness	0.69	0.69	

Buckling parameters	yy	zz	
Buckling curve	c	c	
Imperfection	0.49	0.49	
Reduction factor	0.73	0.73	
Length	5.52	5.52	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	5.52	5.52	m
Critical Euler load	3936.88	3936.88	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb.Rd	1380.10	kN
unity check	0.90	

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.214	
kyz	0.915	
kzy	0.814	
kzz	1.337	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	8060.00	mm ²
Wy	660068.56	mm ³
Wz	660068.56	mm ³
NRk	1894.10	kN
My,Rk	155.12	kNm
Mz,Rk	155.12	kNm
My,Ed	2.53	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	5516.03	kNm
reduced slenderness 0	0.17	
Cmy,0	1.009	
Cmz,0	1.076	
Cmy	1.009	
Cmz	1.076	
CmLT	1.000	
muy	0.889	
muz	0.889	
wy	1.255	
wz	1.255	
npl	0.654	
aLT	0.000	
bLT	0.000	
cLT	0.000	
dLT	0.000	
eLT	0.000	
Cyy	1.079	
Cyz	0.916	
Czy	0.966	
Czz	1.044	

unity check = 0.90 + 0.02 + 0.00 = 0.92

unity check = 0.90 + 0.01 + 0.00 = 0.91

Element satisfies the stability check!

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS7 - SHSCF200/200/10.0

EN 1993-1-1 Code Check

Member B33	SHSCF200/200/10.0	S 235	Potres 1	0.89
------------	-------------------	-------	----------	------

Note: EN 1993-1-3 article 1.1(3) specifies that this part does not apply to cold formed CHS and RHS sections. The default EN 1993-1-1 code check is executed instead of the EN 1993-1-3 code check

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	235.00	MPa
tension strength fu	360.00	MPa
fabrication	cold formed	

.....SECTION CHECK:.....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 17.00 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	33.00	
maximum ratio 2	38.00	
maximum ratio 3	42.00	

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 0.00 m

Internal forces		
NEd	-1005.49	kN
Vy,Ed	-0.00	kN
Vz,Ed	1.60	kN
TEd	-0.00	kNm
My,Ed	-0.00	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
Nc,Rd	1706.10	kN
unity check	0.59	

Shear check (Vz)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
Vc,Rd	492.51	kN
unity check	0.00	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)
 Section classification is 1.

Table of values		
MNVy,Rd	67.21	kNm
MNVz,Rd	67.21	kNm

alfa 2.73 beta 2.73
 unity check 0.00

Element satisfies the section check !

.....STABILITY CHECK:.....

Buckling parameters			
	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	72.10	72.10	
Reduced slenderness	0.77	0.77	

Buckling parameters	yy	zz	
Buckling curve	c	c	
Imperfection	0.49	0.49	
Reduction factor	0.68	0.68	
Length	5.52	5.52	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	5.52	5.52	m
Critical Euler load	2894.45	2894.45	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb.Rd	1164.26	kN
unity check	0.86	

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.273	
kyz	1.000	
kzy	0.870	
kzz	1.422	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	7260.00	mm ²
Wy	540068.56	mm ³
Wz	540068.56	mm ³
NRk	1706.10	kN
My,Rk	126.92	kNm
Mz,Rk	126.92	kNm
My,Ed	2.40	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	4072.45	kNm
reduced slenderness 0	0.18	
Cmy,0	1.010	
Cmz,0	1.084	
Cmy	1.010	
Cmz	1.084	
CmLT	1.000	
muy	0.855	
muz	0.855	
wy	1.271	
wz	1.271	
npl	0.589	
aLT	0.000	
bLT	0.000	
cLT	0.000	
dLT	0.000	
eLT	0.000	
Cyy	1.041	
Cyz	0.852	
Czy	0.913	
Czz	0.999	

unity check = 0.86 + 0.02 + 0.00 = 0.89

unity check = 0.86 + 0.02 + 0.00 = 0.88

Element satisfies the stability check!

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS8 - SHSCF140/140/12.5

EN 1993-1-1 Code Check

Member B34	SHSCF140/140/12.5	S 235	Potres 1	0.98
------------	-------------------	-------	----------	------

Note: EN 1993-1-3 article 1.1(3) specifies that this part does not apply to cold formed CHS and RHS sections. The default EN 1993-1-1 code check is executed instead of the EN 1993-1-3 code check

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	235.00	MPa
tension strength fu	360.00	MPa
fabrication	cold formed	

.....SECTION CHECK:.....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 8.20 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	33.00	
maximum ratio 2	38.00	
maximum ratio 3	42.00	

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 0.00 m

Internal forces		
N _{Ed}	-655.46	kN
V _{y,Ed}	-0.00	kN
V _{z,Ed}	2.02	kN
T _{Ed}	-0.00	kNm
M _{y,Ed}	-0.00	kNm
M _{z,Ed}	0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
N _{c,Rd}	1554.31	kN
unity check	0.42	

Shear check (V_z)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
V _{c,Rd}	448.69	kN
unity check	0.00	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)
 Section classification is 1.

Table of values		
M _{NV_y,Rd}	55.77	kNm
M _{NV_z,Rd}	55.77	kNm

alfa 2.08 beta 2.08
 unity check 0.00

Element satisfies the section check !

.....STABILITY CHECK:.....

Buckling parameters			
	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	107.00	107.00	
Reduced slenderness	1.14	1.14	

Buckling parameters	yy	zz	
Buckling curve	c	c	
Imperfection	0.49	0.49	
Reduction factor	0.46	0.46	
Length	5.52	5.52	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	5.52	5.52	m
Critical Euler load	1197.45	1197.45	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb.Rd	720.82	kN
unity check	0.91	

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
kyy	1.563	
kyz	1.895	
kzy	1.456	
kzz	1.895	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	6614.08	mm ²
Wy	313773.41	mm ³
Wz	313773.41	mm ³
NRk	1554.31	kN
My,Rk	73.74	kNm
Mz,Rk	73.74	kNm
My,Ed	3.16	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interaction Method 1		
Mcr0	1597.49	kNm
reduced slenderness 0	0.21	
Cmy,0	1.016	
Cmz,0	1.132	
Cmy	1.016	
Cmz	1.132	
CmLT	1.000	
muy	0.607	
muz	0.607	
wy	1.249	
wz	1.249	
npl	0.422	
aLT	0.000	
bLT	0.000	
cLT	0.000	
dLT	0.000	
eLT	0.000	
Cyy	0.871	
Cyz	0.480	
Czy	0.561	
Czz	0.801	

unity check = 0.91 + 0.07 + 0.00 = 0.98

unity check = 0.91 + 0.06 + 0.00 = 0.97

Element satisfies the stability check!

Check of steel

Nonlinear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : All
 Class : Skupaj
 Cross-section : CS9 - SHSCF100/100/6.0

EN 1993-1-1 Code Check

Member B30	SHSCF100/100/6.0	S 235	Potres 1	0.98
------------	------------------	-------	----------	------

Basic data EC3 : EN 1993	
partial safety factor Gamma M0 for resistance of cross-sections	1.00
partial safety factor Gamma M1 for resistance to instability	1.00
partial safety factor Gamma M2 for resistance of net sections	1.25

Material data		
yield strength fy	235.00	MPa
tension strength fu	360.00	MPa
fabrication	rolled	

....SECTION CHECK:....

Width-to-thickness ratio for internal compression parts (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. sheet 1).
 ratio 13.67 on position 0.00 m

ratio		
maximum ratio 1	33.00	
maximum ratio 2	38.00	
maximum ratio 3	42.00	

==> Class cross-section 1

The critical check is on position 0.00 m

Internal forces		
N _{Ed}	-148.67	kN
V _{y,Ed}	-0.00	kN
V _{z,Ed}	0.97	kN
T _{Ed}	0.00	kNm
M _{y,Ed}	-0.00	kNm
M _{z,Ed}	-0.00	kNm

Compression check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.4 and formula EN 1993-1-1 : (6.9)
 Section classification is 1.

Table of values		
N _{c,Rd}	507.60	kN
unity check	0.29	

Shear check (V_z)

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.6. and formula EN 1993-1-1 : (6.17)

Table of values		
V _{c,Rd}	146.53	kN
unity check	0.01	

Combined bending, axial force and shear force check

according to article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.31)
 Section classification is 1.

Table of values		
MN _{Vy,Rd}	16.58	kNm
MN _{Vz,Rd}	16.58	kNm

alfa 1.84 beta 1.84
 unity check 0.00

Element satisfies the section check !

....STABILITY CHECK:....

Buckling parameters			
	yy	zz	
type	sway	non-sway	
Slenderness	145.40	145.40	
Reduced slenderness	1.55	1.55	
Buckling curve	a	a	
Imperfection	0.21	0.21	

Buckling parameters	yy	zz	
Reduction factor	0.35	0.35	
Length	5.52	5.52	m
Buckling factor	1.00	1.00	
Buckling length	5.52	5.52	m
Critical Euler load	211.76	211.76	kN

Buckling check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. and formula EN 1993-1-1 : (6.46)

Table of values		
Nb,Rd	179.07	kN
unity check	0.83	

Compression and bending check

according to article EN 1993-1-1 : 6.3.3. and formula EN 1993-1-1 : (6.61) (6.62)
Interaction Method 1

Table of values		
k _{yy}	1.691	
k _{yz}	1.936	
k _{zy}	1.691	
k _{zz}	1.936	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	2160.00	mm ²
W _y	77613.52	mm ³
W _z	77613.52	mm ³
N _{Rk}	507.60	kN
M _{y,Rk}	18.24	kNm
M _{z,Rk}	18.24	kNm
M _{y,Ed}	1.57	kNm
M _{z,Ed}	0.00	kNm
Interaction Method 1		
M _{cr0}	296.61	kNm
reduced slenderness 0	0.25	
C _{my,0}	1.021	
C _{mz,0}	1.169	
C _{my}	1.021	
C _{mz}	1.169	
C _{mLT}	1.000	
m _{uy}	0.396	
m _{uz}	0.396	
w _y	1.246	
w _z	1.246	
n _{pl}	0.293	
a _{LT}	0.000	
b _{LT}	0.000	
c _{LT}	0.000	
d _{LT}	0.000	
e _{LT}	0.000	
C _{yy}	0.803	
C _{yz}	0.482	
C _{zy}	0.482	
C _{zz}	0.803	

$$\text{unity check} = 0.83 + 0.15 + 0.00 = 0.98$$

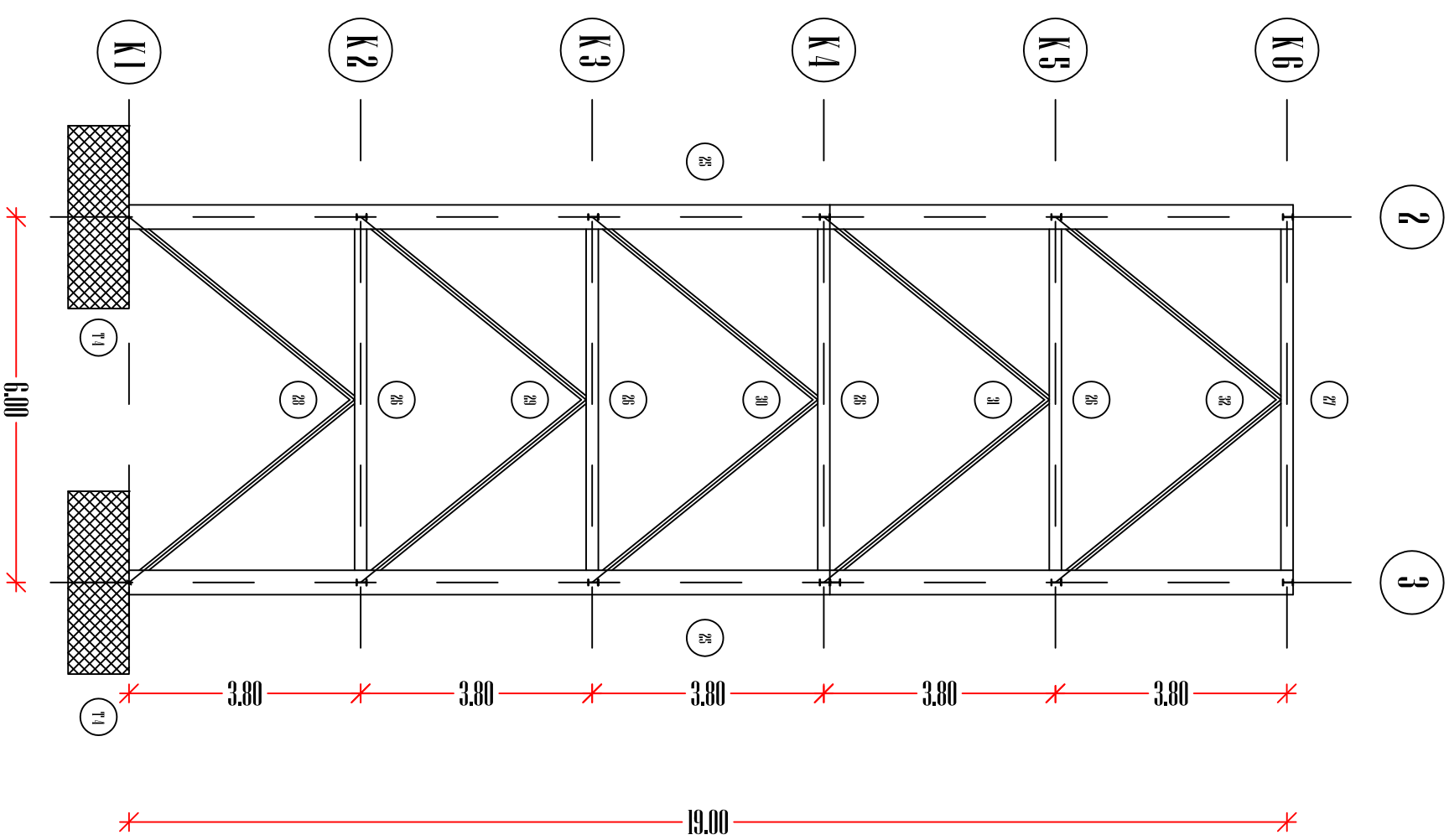
$$\text{unity check} = 0.83 + 0.15 + 0.00 = 0.98$$

Element satisfies the stability check!

PRILOGA – C

Pozicijski načrti.

POZICIJA	HEA	HEB	SSSHF
25.	280	/	/
26.	/	300	/
27.	/	200	/
28.	/	/	200/200/12
29.	/	/	220/220/10
30.	/	/	200/200/10
31.	/	/	140/140/2,5
32.	/	/	100/100/6



FAKULTETA ZA GRADNENSTVO IN GEODEZIJO LJUBLJANA

Leto: 2011

MERILO: 1:50

Diplomska naloga: Večetažni poslovni objekt.

VSEBINA:

Pozicijski načrt - Povezni okvir z centričnimi V povezji.

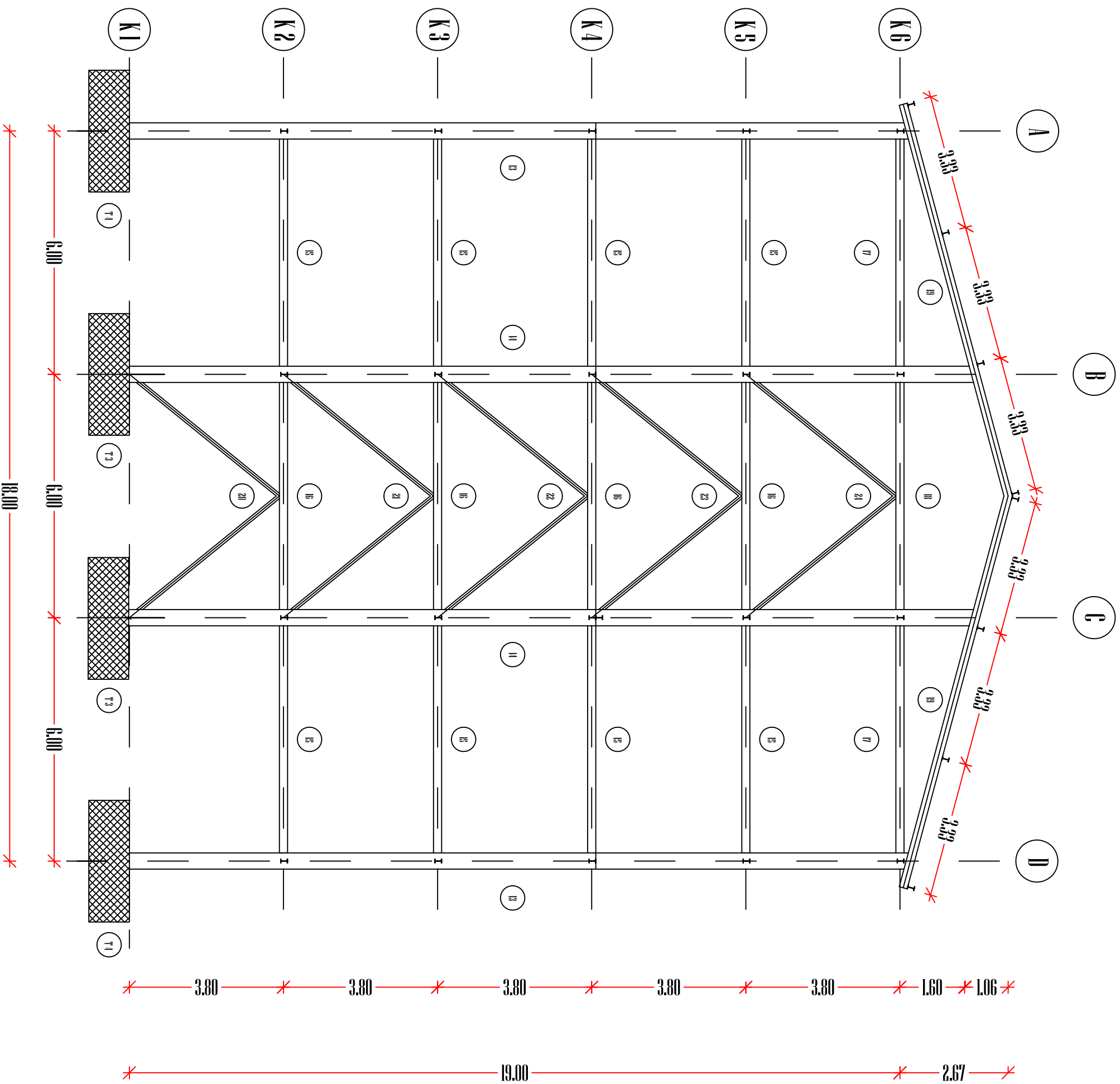
Obdelal:

Primek: Polajnar

Ime: Gregor

Datum: 7.8.2011

POZICIJA	HEA	HEM	SPSHP
13.	280	/	/
14.	300	/	/
15.	340	/	/
16.	/	280	/
17.	160	/	/
18.	/	180	/
19.	160	/	/
20.	/	/	150/150/2,5
21.	/	/	150/150/12
22.	/	/	150/150/10
23.	/	/	140/140/8
24.	/	/	80/80/6



FAKULTETA ZA GRADNENSTVO IN GEODEZIJO LJUBLJANA

Leto: 2011

MERILO: 1:50

Diplomska naloga: Večetažni poslovni objekt.

VSEBINA:

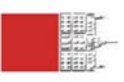
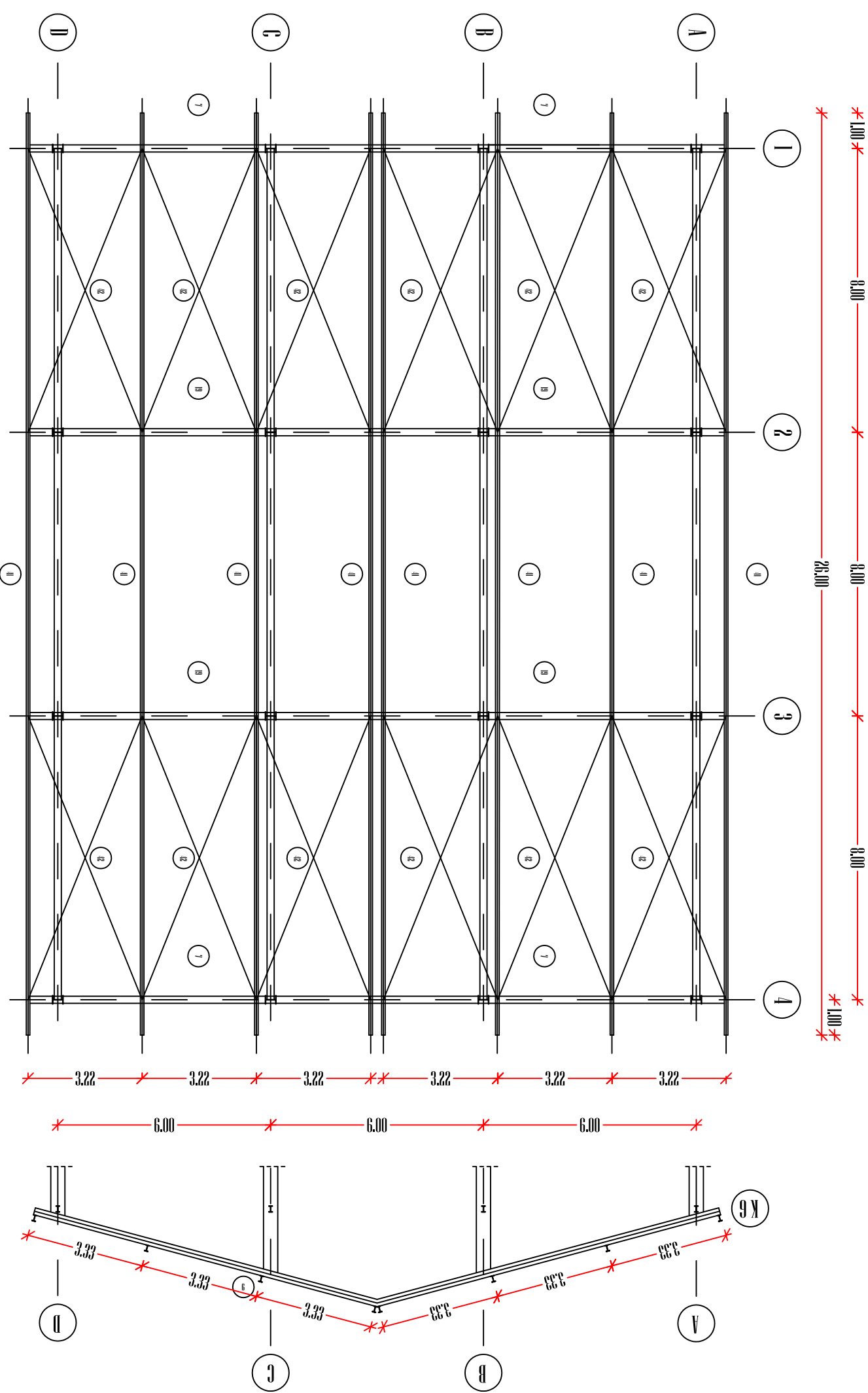
Pozicijski načrt - Notranji okvir z centričnimi V povezji.

Obdelal: **Polajnar**

Ime: Gregor

Datum: 7.8.2011

POZICIJA	INEA	D
7.	140	/
19.	180	/
41.	200	/
42.	/	25



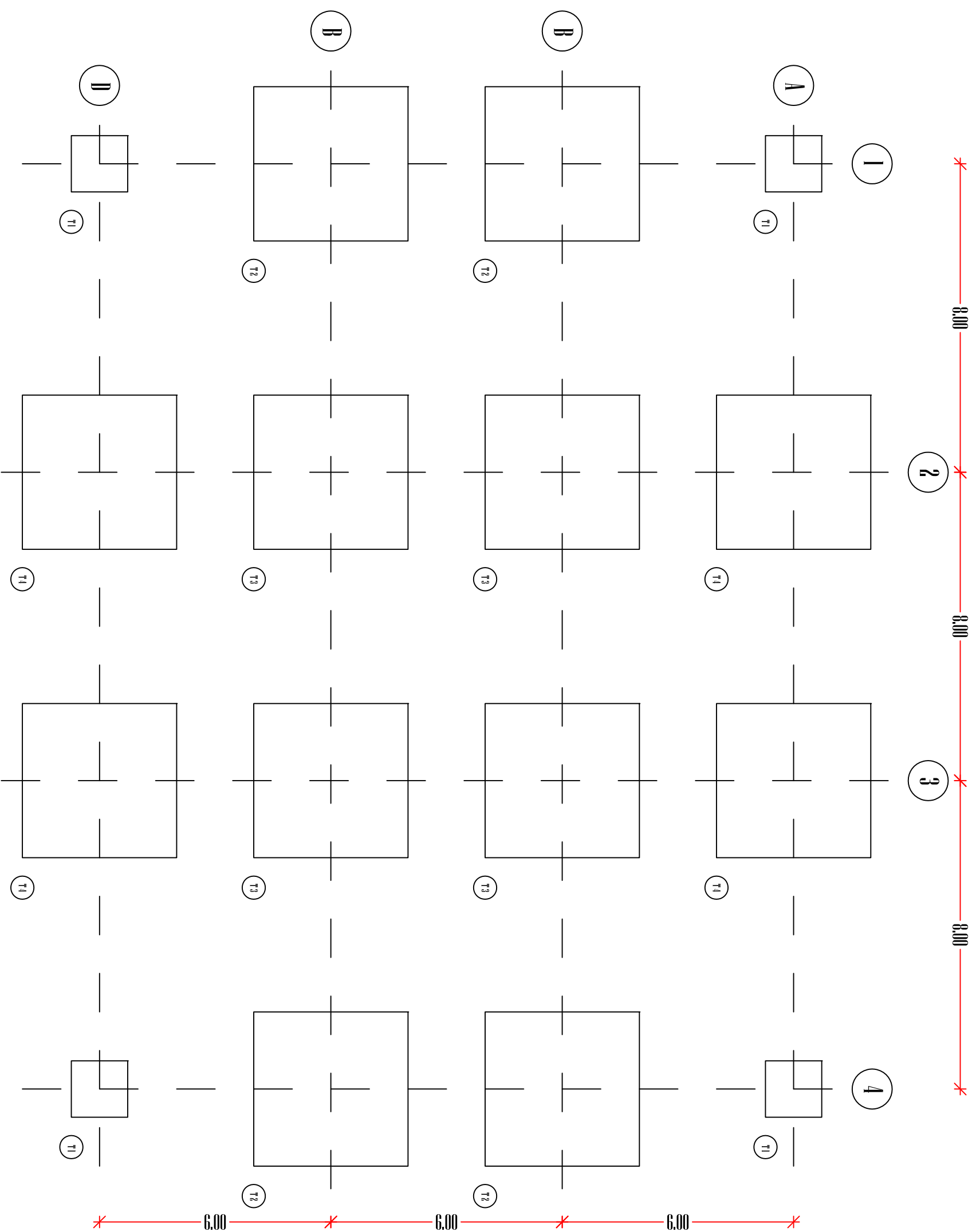
FAKULTETA ZA GRADNENSTVO IN GEODEZIJO LJUBLJANA
 Leto: 2011
 DIPLOMSKA NALOGA: VEČETAŽNI POSLOVNI OBJEKT.

VSEBINA:
Pozicijski načrt:
Tloris ostrešja.

Obdelal: **Primek: Polajnar**
 Ime: Gregor
 Datum: 7.8.2011

Temelje:	L.:	B.:	H.:
T [#] 1	140	140	80
T [#] 2	300	300	125
T [#] 3	290	290	80
T [#] 4	350	350	150

črtočje so v centimetrih



FAKULTETA ZA GRADNENSTVO IN GEODEZIJO LJUBLJANA

Leto: 2011

MERILO: 1:50

Diplomska naloga: Večetažni poslovni objekt.

VSEBINA:

Pozicijski načrt:
Tloris temeljev.

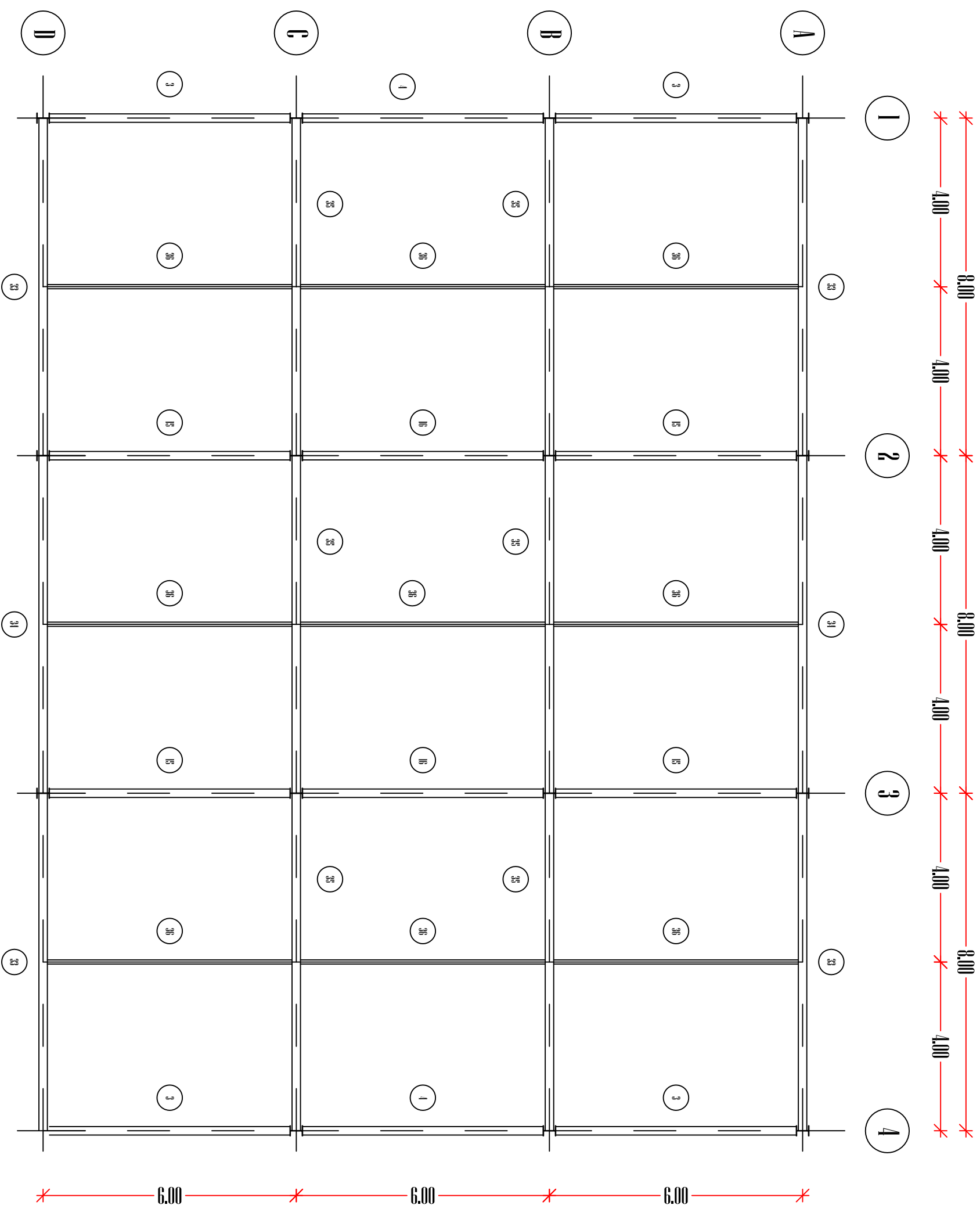
Obdelal:

Primek: Polajnar

Ime: Gregor

Datum: 7.8.2011

POZICIJA	HEA	HEM
3.	300A	
4.		280
15.	340	
16.		280
32.	450	
34.		300
35.	380	
36.	280	

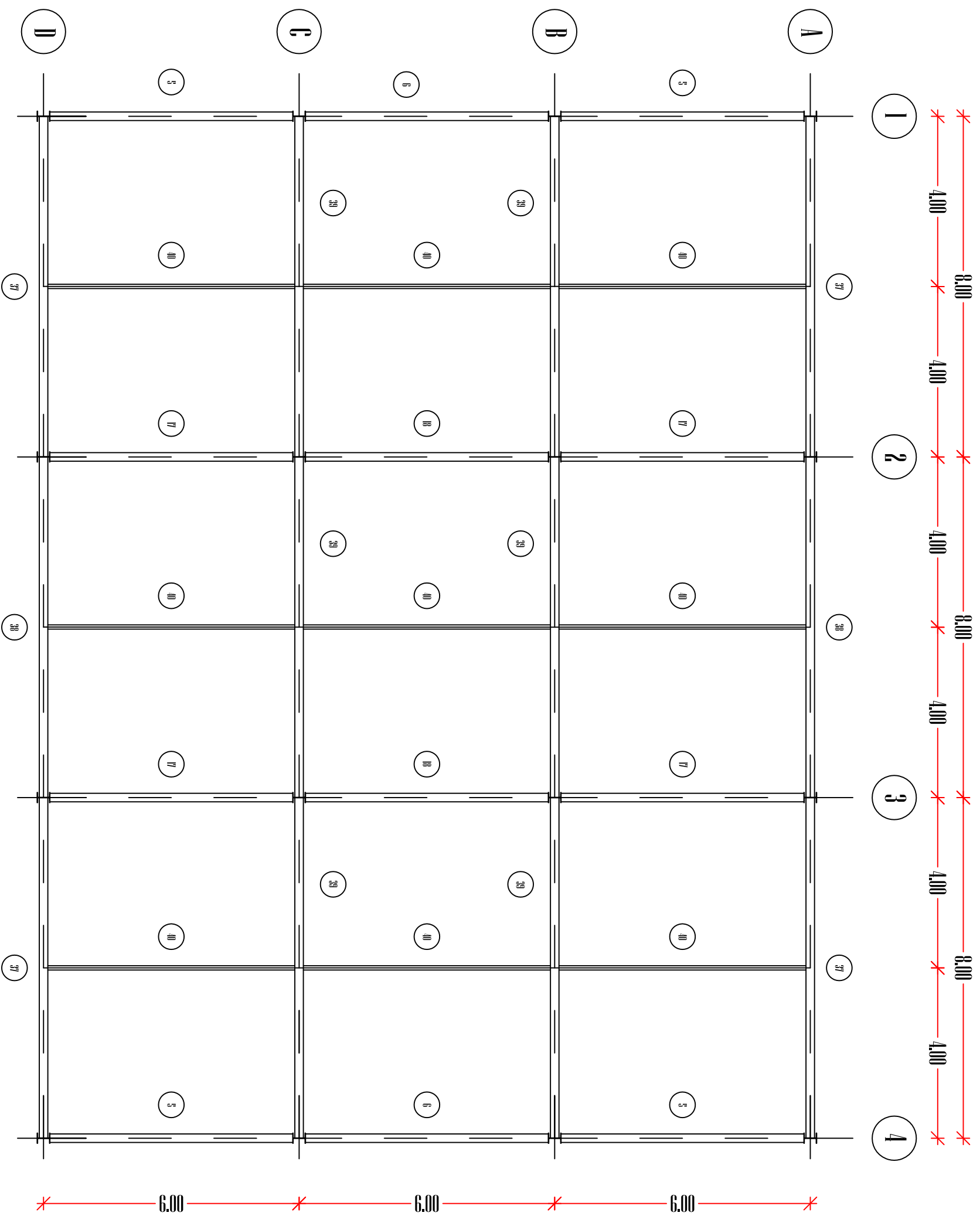



FAKULTETA ZA GRADNENSTVO IN GEODEZIJO LJUBLJANA
 Leto: 2011 MERILO: 1:50
 Diplomaska naloga: Večetažni poslovni objekt.

VSEBINA:
Posicijski načrt:
Prerez tlorisa etaž 1. - 4.

Obdelal: Primek: Polajnar
Ime: Gregor
Datum: 7.8.2011

POZICIJA	HEA	HEM
5.	160A	160
6.		160
17.	160	180
18.		180
37.	220	
38.		200
39.	180	
40.	100	



FAKULTETA ZA GRADNENSTVO IN GEODEZIJO LJUBLJANA

Leto: 2011

MERILO: 1:50

Diplomska naloga: Večetažni poslovni objekt.

VSEBINA:

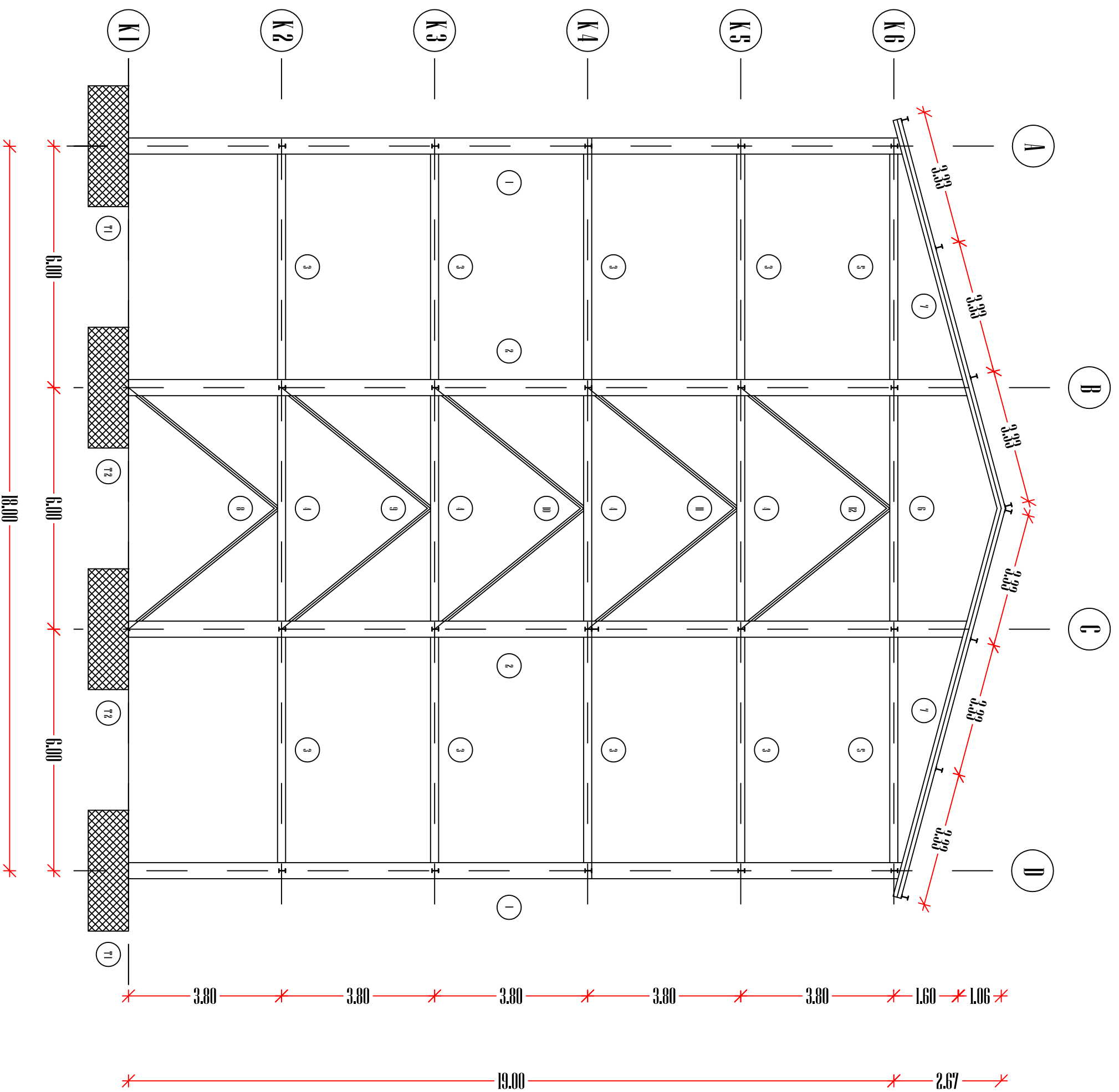
Posicijski načrt:
Prerez tlorisa etaže 5.

Primek: Polajnar

Obdelal: Ime : Gregor

Datum: 7.8.2011

POZICIJA	HEA	HEM	SRSPH
1.	160	/	/
2.	260	/	/
3.	300A	/	/
4.	/	280	/
5.	160A	/	/
6.	/	160	/
7.	140	/	/
8.	/	/	150/150/12
9.	/	/	140/140/12,5
10.	/	/	150/150/10
11.	/	/	150/150/6
12.	/	/	80/80/5



FAKULTETA ZA GRADNENSTVO IN GEODEZIJO LJUBLJANA

Leto: 2011

MERILLO: 1:50

Diplomska naloga: Večetažni poslovni objekt.

VSEBINA:

Pozicijski načrt - Zunanji okvir z centričnimi V povezji.

Obdelal: **Polajnar**

Ime: Gregor

Datum: 7.8.2011