

GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

# ZAVRŠNI RAD

IZ PREDMETA "GRAĐEVNA STATIKA 2"

NA TEMU:

## "USPOREDBA RAVNINSKOG I PROSTORNOG MODELA OKVIRNE KONSTRUKCIJE"

Mentor: prof.dr.sc. Krešimir Fresl, dipl.ing.gra .  
Studentica: Barbara Martinković, 0082037840

rujan 2010.

# SADRŽAJ

<b>UVOD.....</b>	<b>3</b>
<b>1. TEHI KI OPIS.....</b>	<b>4</b>
<b>2. ANALIZA OPTERE ENJA NA KONSTRUKCIJU.....</b>	<b>5</b>
2.1. STALNA DJELOVANJA NA KONSTRUKCIJU.....	6
2.1.1. Određivanje vlastite težine.....	6
2.2. PROMJENJIVA DJELOVANJA NA KONSTRUKCIJU.....	7
2.2.1. Određivanje opterećenja snijegom.....	7
2.2.2. Određivanje opterećenja vjetrom.....	8
2.2.2.1. Određivanje referentne brzine vjetra.....	8
2.2.2.2. Opterećenje vjetrom krova dvostranog nagiba od 11°.....	9
2.2.2.3. Opterećenje vertikalnih zidova vjetrom.....	14
<b>3. STATI KI PRORA UN KROVIŠTA ZA OPTERE ENJE SNIJEGOM.....</b>	<b>16</b>
3.1. STATI KI PRORA UN KROVIŠTA ZA OPTERE ENJE SNIJEGOM U SAP-u.....	17
3.1.1. Proračun krovne rešetke s kontinuiranim gornjim i donjim pojasom.....	17
3.1.2. Proračun krovne rešetke sa štapnim elementima.....	21
<b>4. STATI KI PRORA UN GREDE POZ. 310-311.....</b>	<b>24</b>
4.1. ANALIZA OPTERE ENJA PLOŠE POZ. 300.....	25
4.2. ANALIZA OPTERE ENJA GREDE POZ. 310-311.....	27
4.3. STATI KI PRORA UN GREDE POZ. 310-311 U SAP-u.....	27
<b>5. STATI KI PRORA UN GREDE POZ. 220-221.....</b>	<b>30</b>
5.1. ANALIZA OPTERE ENJA PLOŠE POZ. 200.....	31
5.2. ANALIZA OPTERE ENJA UZDUŽNIH GREDA POZ. 200.....	32
5.2.1. Greda poz. 206-206 – reakcije G1 i Q1.....	33
5.2.2. Greda poz. 214-215-215-214 – reakcije G2 i Q2.....	34
5.2.3. Greda poz. 210-211-212-213 – reakcije G3 i Q3.....	34
5.2.4. Greda poz. 207-208-207 – reakcije G4 i Q4.....	35
5.3. STATI KI PRORA UN GREDE POZ. 220-221 U SAP-u.....	35
<b>6. STATI KI PRORA UN SREDNJEG POPREČNOG OKVIRA.....</b>	<b>38</b>
6.1. STATI KI PRORA UN SREDNJEG POPREČNOG OKVIRA U SAP-u.....	39
<b>7. STATI KI PRORA UN PROSTORNOG MODELA.....</b>	<b>46</b>
7.1. STATI KI PRORA UN PROSTORNOG MODELA U SAP-u.....	47
<b>8. USPOREDBA REZULTATA.....</b>	<b>53</b>

8.1. USPOREDBA REZULTATA ZA ELEMENTE KROVNE REŠETKE.....	54
8.2. USPOREDBA REZULTATA U KARAKTERISTI NIM TO KAMA OKVIRA.....	55
<b>ZAKLJU AK.....</b>	<b>56</b>
<b>LITERATURA.....</b>	<b>57</b>

## UVOD

Cilj ovog završnog rada je usporediti dva modela okvirne konstrukcije, to jest, dva modela srednjeg poprečnog okvira konstrukcije čiji je plan oplata priložen u nastavku, a na koji djeluje samo vertikalno opterećenje. Oba modela su proračunana SAP-om. Međutim, prostorni model zbog velikog broja nepoznanica i opsežnosti posla nije moguće proračunati ručno.

Najjednostavniji proračun konstrukcije dobivamo ako konstrukciju podijelimo na niz elemenata koji su hijerarhijski međusobno ovisni jer time jedan složeni proračun svodimo na više manjih i jednostavnijih. Prvo trebamo analizirati sve elemente konstrukcije i odrediti njihovu ovisnost. U ovom slučaju to su ploče kao hijerarhijski najniži elementi, zatim sekundarne i primarne grede te okviri i zidovi na svojim temeljima.

Nakon određivanja opterećenja proračunavamo platu koja je oslonjena na grede i prečke okvira. Njih tada smatramo apsolutno krutima i nepomičima i kao takve određuju rubne uvjete kod proračuna ploče. Zatim slijedi proračun sekundarnih greda kod kojeg platu smatramo apsolutno gipkom na savijanje i ona prenosi opterećenje na sekundarne grede. Ležajeve predstavljaju glavne grede i prečke okvira (apsolutno krute i nepomične). Kod proračuna glavnih greda, ploče i sekundarne grede su apsolutno gipke, a prečke apsolutno krute i konačno, kada proračunavamo okvir svi elementi koji se nalaze iznad njega (plata, glavne i sekundarne grede) su apsolutno gipki i djeluju kao opterećenje na okvir, a temelji, ili u ovom slučaju zidovi, određuju rubne uvjete jer su apsolutno kruti i nepomični.

Da rezimiramo, krutost hijerarhijski nižih elemenata od elementa kojeg proračunavamo se zanemaruje i oni djeluju kao opterećenje na taj element, a više smatramo apsolutno krutima i nepomičima i oni određuju rubne uvjete promatranog elementa.

## 1. TEHNI KI OPIS

Proveden je statički proračun zgrade pravokutnih tlocrtnih dimenzija 10,8x22,0 m koja će se izgraditi u Varaždinu. Zgrada je namijenjena ponajprije za urede, ali predviđaju se i prostorije kao što su npr. igradionice. Po visini objekt se sastoji od 3 etaže (podrum, prizemlje i 1. kat). Razmaci etaža iznose 4 m. Ukupna površina svake etaže iznosi bruto  $A = 237,6 \text{ m}^2$ .

Krovnna konstrukcija je od lameliranog drva (tip GL28<sup>h</sup>), a sastoji se od glavnih i sekundarnih elemenata, tj. glavnih rešetkastih nosača na razmaku od 1,833 m i področnica razmaknutih 1,375 m mjereno po kosini krova. Krov je obostranog nagiba koji iznosi 11°, a pokrov je valoviti aluminijski lim.

Vanjski zidovi podruma su AB debljine  $h = 30 \text{ cm}$ , a unutrašnji debljine  $h = 16 \text{ cm}$ . Ostale etaže imaju skeletni sistem gradnje sa stupovima, a ispuna su lagane pregradne stijene.

Strop iznad podruma je puna AB ploča nosiva u dva smjera, debljine  $h = 15 \text{ cm}$ . Strop iznad prizemlja je puna AB ploča nosiva u jednom smjeru, debljine  $h = 10 \text{ cm}$ . Strop iznad 1. kata je polumontažni strop - FERT, debljine  $h = 16+5 = 21 \text{ cm}$ .

Statički proračun sklopa proveden je za djelovanja sljedećih opterećenja:

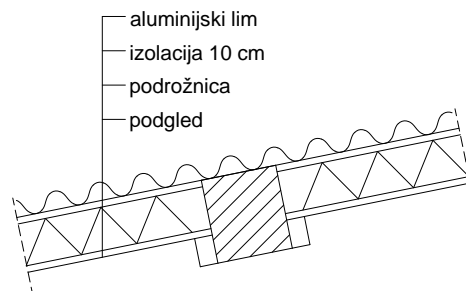
- vlastita težina,
- korisno opterećenje,
- snijeg,
- vjetar.

## **2. ANALIZA OPTERE ENJA NA KONSTRUKCIJU**

## 2.1. STALNA DJELOVANJA NA KONSTRUKCIJU

### 2.1.1. Odre ivanje vlastite težine

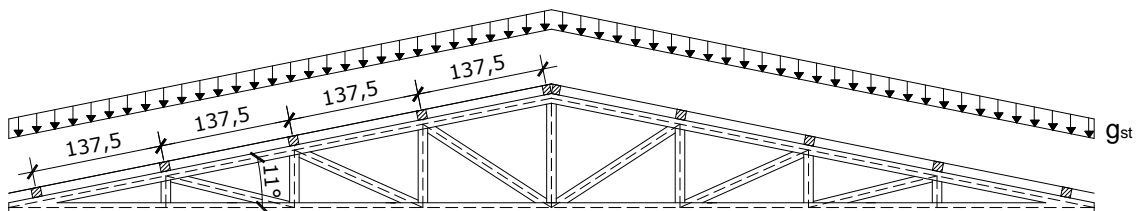
*Djelovanje pokrova i potkonstrukcije* (karakteristi na vrijednost /m<sup>2</sup> kose površine krova)



Slika 1. Slojevi potkonstrukcije za pokrivanje aluminijemski limom

Pokrov (aluminijemski lim) .....	= 0,10 kN/m <sup>2</sup>
Izolacija (mineralna vuna; d = 10 cm; $k = 0,3 - 1,0 \text{ kN/m}^3$ ) $0,10 \cdot 0,5$ .....	= 0,05 kN/m <sup>2</sup>
Vlastita težina podrožnice $0,18 \cdot 0,20 \cdot 4,10 / 1,375$ .....	= 0,11 kN/m <sup>2</sup>
Podgled (d = 1,25 cm; $k = 12,0 \text{ kN/m}^3$ ) $0,0125 \cdot 12,0$ .....	= 0,15 kN/m <sup>2</sup>
<b>Ukupno = 0,41 kN/m<sup>2</sup></b>	

- projekcija na glavni rešetkasti nosa  $0,41 / \cos 11^\circ$  .....  **$g_{st} = 0,42 \text{ kN/m}^2$**



Slika 2. Raspodjela vertikalnih djelovanja na glavni rešetkasti nosa

*Vlastita težina glavnog rešetkastog nosa a*

$$g_{st,v.t.} = 0,38 \text{ kN/m}$$

## 2.2. PROMJENJIVA DJELOVANJA NA KONSTRUKCIJU

### 2.2.1. Odre ivanje optere enja snijegom

- objekt se nalazi u *zoni I*, na nadmorskoj visini od *150 m* (Varaždin);  
o itano:

$$s_k = 1,31 \text{ kN/m}^2 \text{ (karakteristi na vrijednost po m}^2 \text{ tlocrta)}$$

$$s_0 = s_k \cdot \mu_j \cdot C_e \cdot C_t \quad \text{gdje su: } C_e \text{ (koef. izloženosti) } = 1,0;$$

$$C_t \text{ (topl. koef.) } = 1,0;$$

$$\mu_j \text{ (koef. oblika) } = 0,8$$

$$s_0 = 1,31 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0$$

---


$$s_0 = 1,05 \text{ kN/m}^2 \text{ (mjerodavno optere enje snijegom na krovu)}$$

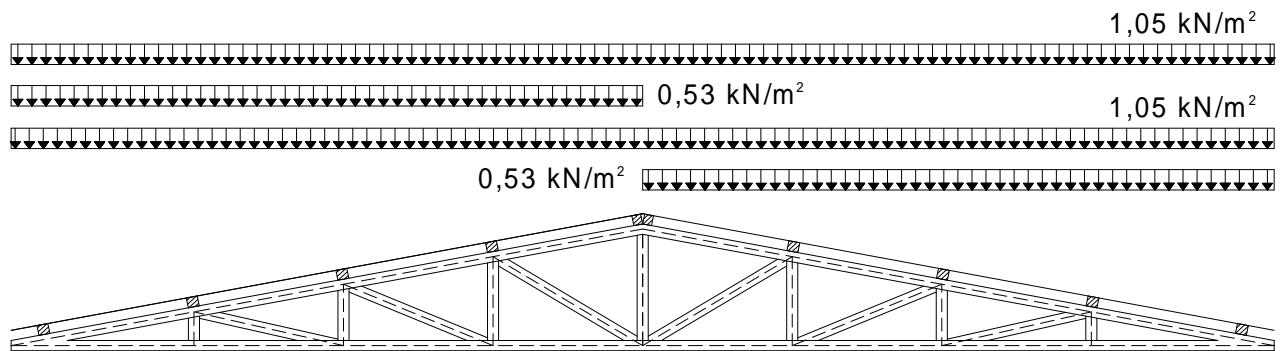


Slika 3. Zone snjegova u Republici Hrvatskoj

Nadmorska visina [m]	$s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]			
	I	II	III	IV
0	0,88	0,75	0,14	0,18
100	1,09	1,05	0,45	0,33
200	1,31	1,38	0,80	0,50
300	1,55	1,76	1,20	0,70
400	1,80	2,18	1,65	0,92
500	2,06	2,63	2,15	1,16
600	2,34	3,13	2,70	
700	2,63	3,68	3,30	
800	2,94	4,26	3,95	
900	3,26	4,88	4,65	
1000	3,60	5,55	5,40	
1100	3,94	6,26	6,20	
1200	4,31	7,01	7,05	
1300		7,80	7,95	
1400		8,63	8,90	
1500		9,50	9,90	
1600		10,42	10,94	
1700		11,38	12,04	

Slika 4. Karakteristi no optere enje snijegom na tlu





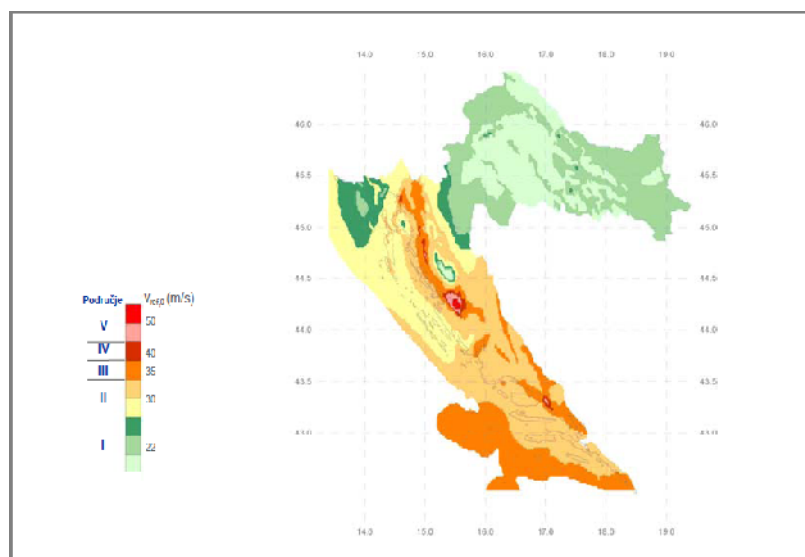
Slika 5. Raspodjela optere enja snijegom na glavni rešetkasti nosa

## 2.2.2. Odre ivanje optere enja vjetrom

### 2.2.2.1. Odre ivanje referentne brzine vjetra

- objekt se nalazi u *podru ju I*;
- o itano:

Referentna brzina vjetra:  $v_{ref} = 22 \text{ m/s}$



Slika 6. Karta vjetrova Hrvatske

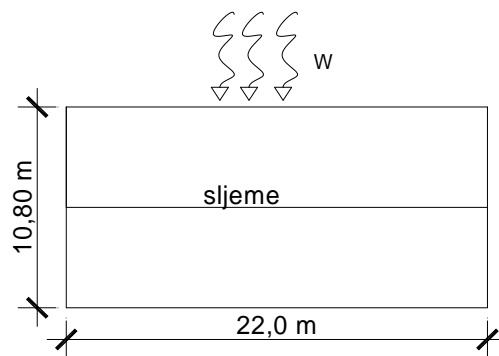
Referentni pritisak vjetra:

$q_{ref} = 0,5 \cdot \rho \cdot v_{ref}^2$  gdje je  $\rho$  gustoća zraka koja se uzima s vrijednosti od  $1,25 \text{ kg/m}^3$

$$q_{ref} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22^2 \cdot 0,001$$

$$q_{ref} = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

Budući da je utvrđeno da je opterećenje vjetrom koji puše okomito na poprečnu stranu konstrukcije zanemarivo mala veličina, razmatrat će se samo djelovanje vjetra koji puše okomito na uzdužnu stranu.



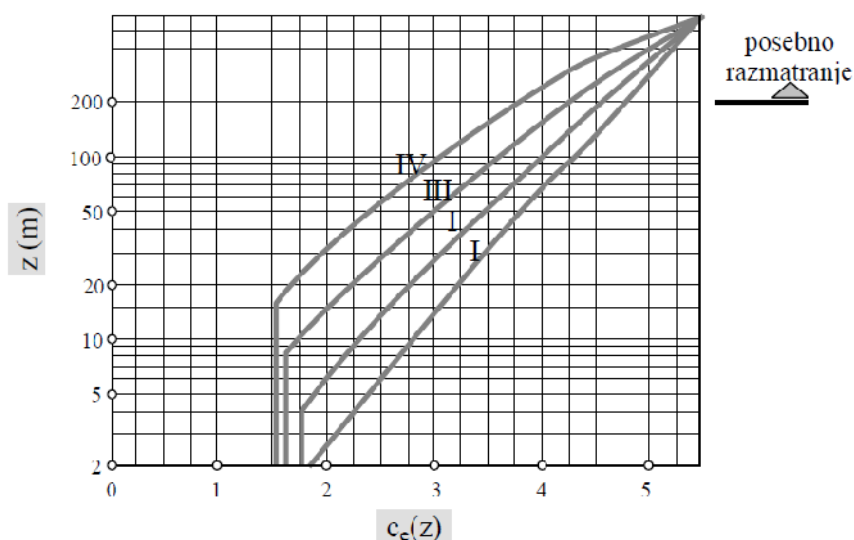
Slika 7. Smjer djelovanje vjetra na konstrukciju

### 2.2.2.2. Opterećenje vjetrom krova dvostranog nagiba od $11^\circ$

kategorija terena III

visina ( $z = h$ ) = 11,5 m

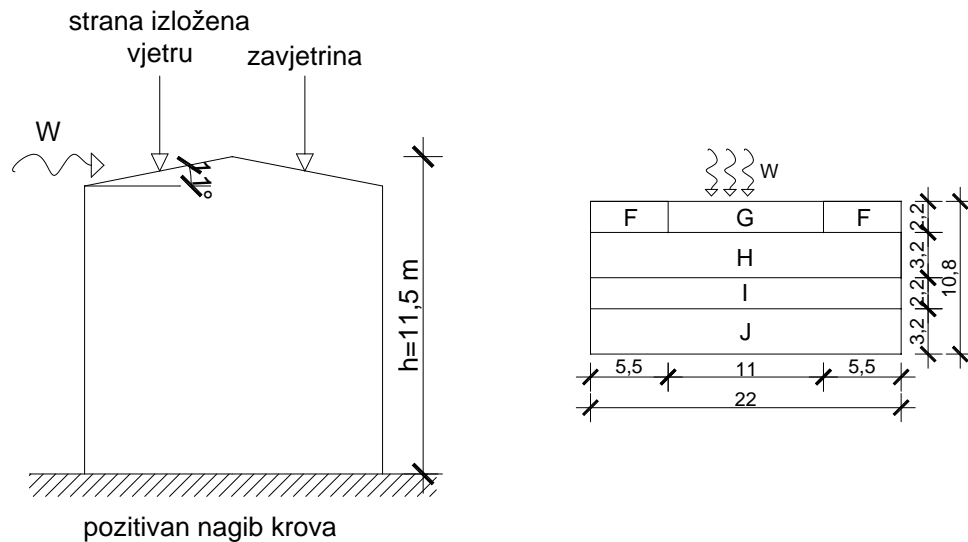
$q_{ref} = 0,30 \text{ kN/m}^2$



Slika 8. Koeficijent izloženosti kao funkcija visine iznad tla i

kategorije terena

O itano:  $C_e(Z_e) = 1,8$



Slika 9. Podjela krova na zone za popre ni smjer vjetra

Površine zona:

$$F = 2,2 \cdot 5,5 = 12,1\text{ m}^2$$

$$G = 11,00 \cdot 2,2 = 24,2\text{ m}^2$$

$$H = 3,2 \cdot 22,0 = 70,4\text{ m}^2$$

$$J = 2,2 \cdot 22,0 = 48,4\text{ m}^2$$

$$I = 3,2 \cdot 22,0 = 70,4\text{ m}^2$$

Koeficijenti vanjskog pritiska:

$$C_{pe} (F) = - 0,90 (+0,12)$$

$$C_{pe} (G) = - 0,96 (+0,12)$$

$$C_{pe} (H) = - 0,42 (+0,12)$$

$$C_{pe} (I) = - 0,72$$

$$C_{pe} (J) = - 0,36$$

Koeficijenti unutarnjeg pritiska:

$$C_{pi} = - 0,5 (+0,8)^1$$

<sup>1</sup> Za zatvorene gra evine s unutarnjim pregradama, za najnepovoljniji slu aj, uzima se  $C_{pi} = +0,8$  ili  $C_{pi} = -0,5$

Vanjski pritisak vjetra koji djeluje na površinu građevine određuje se:

$$w_e = q_{ref} \cdot C_e(Z_e) \cdot C_{pe}$$

Unutrašnji pritisak vjetra određuje se:

$$w_i = q_{ref} \cdot C_i(Z_i) \cdot C_{pi}$$

Tlak vjetra na vanjske površine:

$$w_e(F-) = 0,3 \cdot 1,8 \cdot (-0,90) = -0,49 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(F+) = 0,3 \cdot 1,8 \cdot 0,12 = 0,06 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(G-) = 0,3 \cdot 1,8 \cdot (-0,96) = -0,52 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(G+) = 0,3 \cdot 1,8 \cdot 0,12 = 0,06 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(H-) = 0,3 \cdot 1,8 \cdot (-0,42) = -0,23 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(H+) = 0,3 \cdot 1,8 \cdot 0,12 = 0,06 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(I) = 0,3 \cdot 1,8 \cdot (-0,36) = -0,19 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(J) = 0,3 \cdot 1,8 \cdot (-0,72) = -0,39 \text{ kN/m}^2$$

Tlak vjetra na unutrašnje površine:

$$w_i(+) = 0,3 \cdot 1,8 \cdot 0,8 = 0,43 \text{ kN/m}^2$$

$$w_i(-) = 0,3 \cdot 1,8 \cdot (-0,5) = -0,27 \text{ kN/m}^2$$

Optere enje krovišta vjetrom kada je mjerodavan maksimalan unutarnji tlak:  $C_{pi} = +0,8$

$$w_e(F-) = -0,49 - 0,43 = -0,92 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(F+) = 0,06 - 0,43 = -0,37 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(G-) = -0,52 - 0,43 = -0,95 \text{ kN/m}^2$$

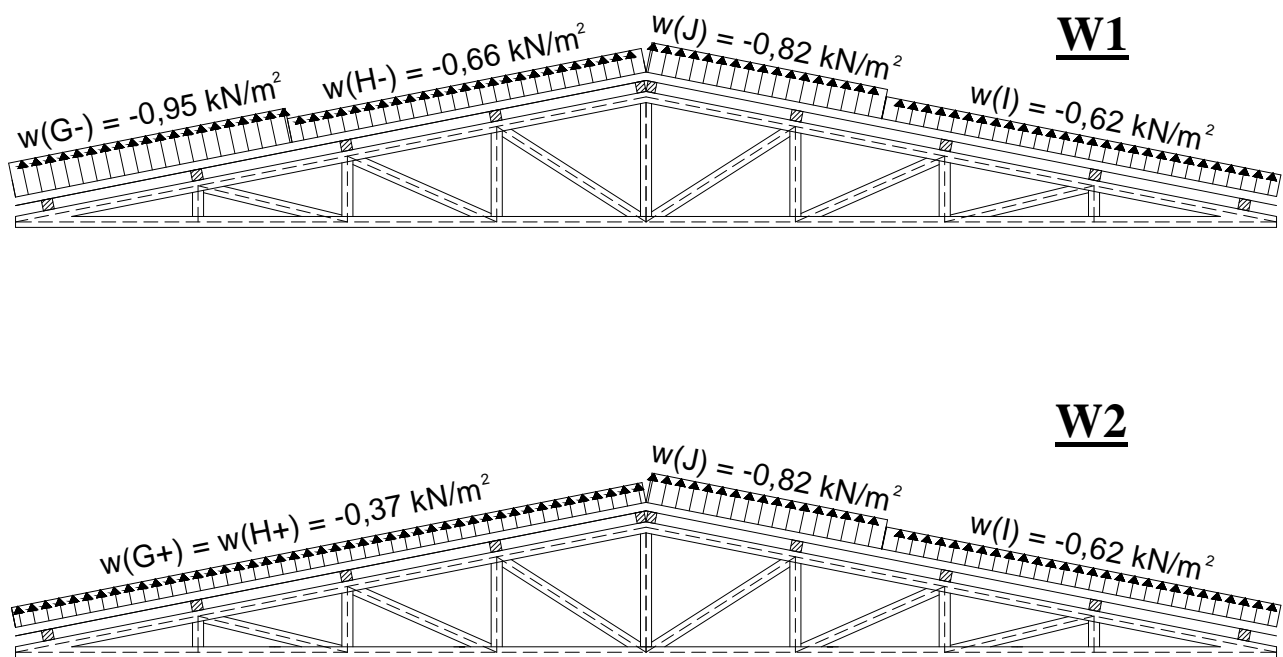
$$w_e(G+) = 0,06 - 0,43 = -0,37 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(H-) = -0,23 - 0,43 = -0,66 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(H+) = 0,06 - 0,43 = -0,37 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(I) = -0,19 - 0,43 = -0,62 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(J) = -0,39 - 0,43 = -0,82 \text{ kN/m}^2$$



Slika 10. Raspodjela optere enja krovišta kod maksimalnog unutarnjeg tlaka

Optere enje krovišta vjetrom kada je mjerodavan minimalni unutarnji tlak:  $C_{pi} = -0,5$

$$w_e(F-) = -0,49 + 0,27 = -0,22 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(F+) = 0,06 + 0,27 = 0,33 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(G-) = -0,52 + 0,27 = -0,25 \text{ kN/m}^2$$

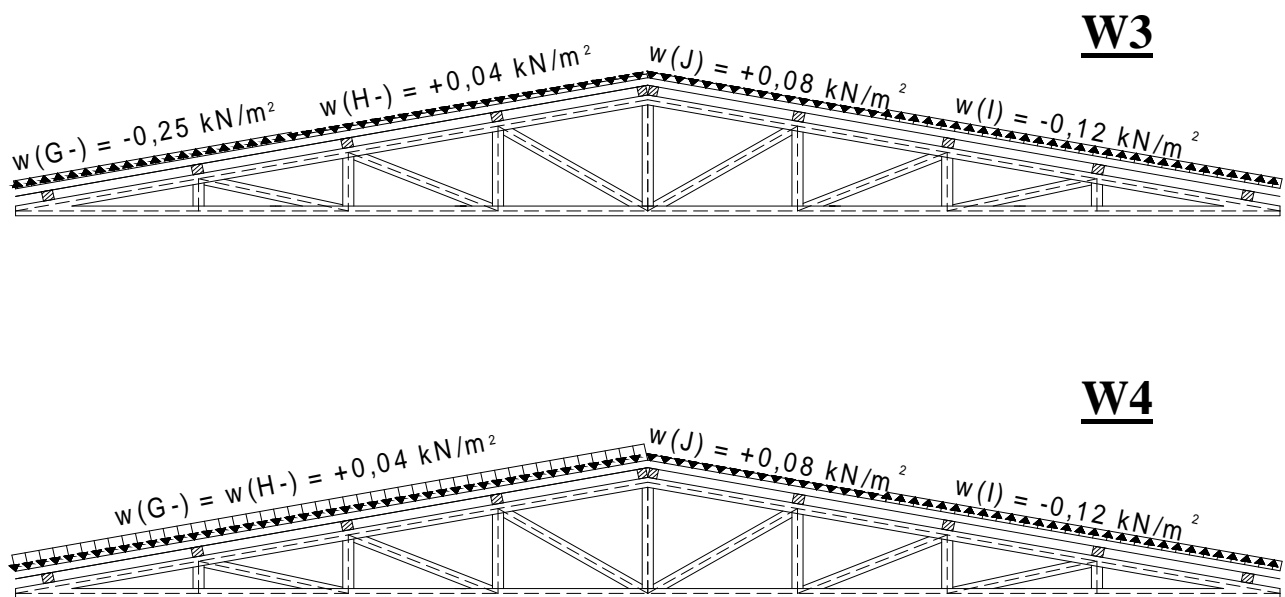
$$w_e(G+) = 0,06 + 0,27 = 0,33 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(H-) = -0,23 + 0,27 = 0,04 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(H+) = 0,06 + 0,27 = 0,33 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(I) = -0,19 + 0,27 = 0,08 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(J) = -0,39 + 0,27 = -0,12 \text{ kN/m}^2$$

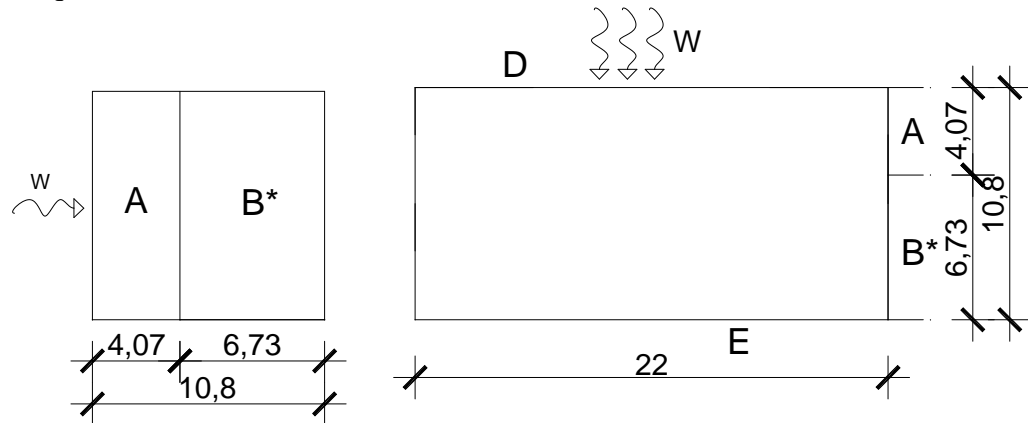


Slika 11. Raspodjela optere enja krovišta kod minimalnog unutarnjeg tlaka

Za daljnji prora un mjerodavna je kombinacija optere enja vjetrom W4 jer uzrokuje najve e nepovoljno optere enje na krovnu konstrukciju.

### 2.2.2.3. Optere enje vertikalnih zidova vjetrom

kategorija terena III  
 visina ( $z = h$ ) = 11,5 m  
 $q_{ref} = 0,30 \text{ kN/m}^2$



Slika 12. Podjela vertikalnih zidova na zone za popre ni smjer vjetra

Površine zona:

$$\begin{aligned}
 A &= 10,17 \cdot 4,07 = 4,07 \text{ m}^2 \\
 B^* &= 10,17 \cdot 6,73 = 68,44 \text{ m}^2 \\
 D &= 10,17 \cdot 22,0 = 223,74 \text{ m}^2 \\
 E &= 10,17 \cdot 22,0 = 223,74 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Koeficijenti vanjskog pritiska:

$$\begin{aligned}
 C_{pe} (A) &= -1,0 \\
 C_{pe} (B) &= -0,8 \\
 C_{pe} (D) &= +0,8 \\
 C_{pe} (E) &= -0,3
 \end{aligned}$$

Koeficijenti unutarnjeg pritiska:

$$C_{pi} = -0,5 (+0,8)$$

Vanjski pritisak vjetra koji djeluje na površinu građevine određuje se:

$$w_e = q_{ref} \cdot C_e(Z_e) \cdot C_{pe}$$

Unutrašnji pritisak vjetra određuje se:

$$w_i = q_{ref} \cdot C_i(Z_i) \cdot C_{pi}$$

Tlak vjetra na vanjske vertikalne površine:

$$w_e(A) = 0,3 \cdot 1,8 \cdot (-1,0) = -0,54 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(B^*) = 0,3 \cdot 1,8 \cdot (-0,8) = -0,432 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(D) = 0,3 \cdot 1,8 \cdot 0,8 = 0,432 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(E) = 0,3 \cdot 1,8 \cdot (-0,3) = -0,162 \text{ kN/m}^2$$

Tlak vjetra na unutarnje vertikalne površine:

$$w_i(+) = +0,43 \text{ kN/m}^2$$

$$w_i(-) = -0,27 \text{ kN/m}^2$$

Optere enje vertikalnih zidova vjetrom kada je mjerodavan maksimalan unutarnji tlak:  $C_{pi} = +0,8$

$$w(A) = -0,54 - 0,43 = -0,97 \text{ kN/m}^2$$

$$w(B^*) = -0,432 - 0,43 = -0,862 \text{ kN/m}^2$$

$$w(D) = 0,432 - 0,43 = 0,002 \text{ kN/m}^2$$

$$w(E) = -0,162 - 0,43 = -0,593 \text{ kN/m}^2$$

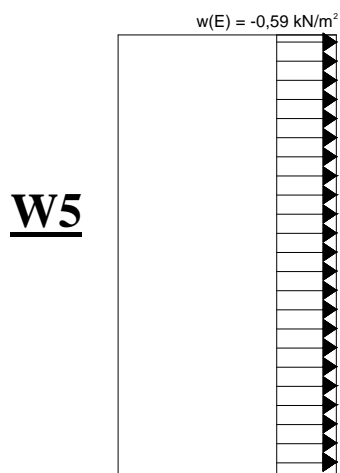
Optere enje vertikalnih zidova vjetrom kada je mjerodavan minimalni unutarnji tlak:  $C_{pi} = -0,5$

$$w(A) = -0,54 + 0,27 = -0,27 \text{ kN/m}^2$$

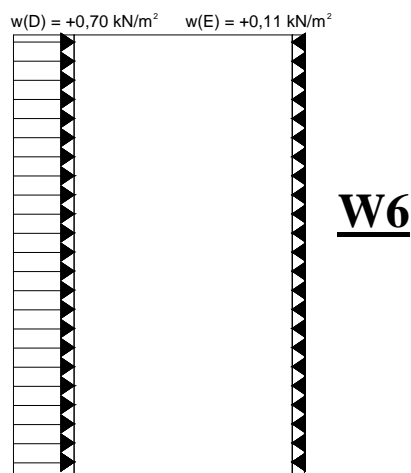
$$w(B^*) = -0,432 + 0,27 = -0,162 \text{ kN/m}^2$$

$$w(D) = 0,432 + 0,27 = 0,702 \text{ kN/m}^2$$

$$w(E) = -0,162 + 0,27 = 0,108 \text{ kN/m}^2$$



Slika 13. Raspodjela optere enja vertikalnih zidova kod maksimalnog unutarnjeg tlaka



Slika 14. Raspodjela optere enja vertikalnih zidova kod minimalnog unutarnjeg tlaka

Za daljnji prora un mjerodavna je kombinacija optere enja vjetrom W6 jer uzrokuje najve e nepovoljno optere enje na vertikalni zid gra evine.

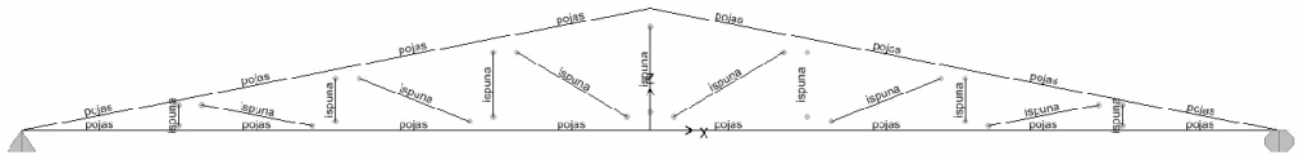


### **3. STATI KI PRORA UN KROVIŠTA ZA OPTERE ENJE SNIJEGOM**

### 3.1. STATI KI PRORA UN KROVIŠTA ZA OPTERE ENJE SNIJEGOM U SAP-u

#### 3.1.1. Prora un krovne rešetke s kontinuiranim gornjim i donjim pojasom

Stati ka shema:



Koordinate vorova:

Joint	CoordSys	CoordType	GlobalX	GlobalY	GlobalZ
Text	Text	Text	m	m	m
1	GLOBAL	Cartesian	-4,05	0	0
2	GLOBAL	Cartesian	-4,05	0	0,261
3	GLOBAL	Cartesian	-2,7	0	0
4	GLOBAL	Cartesian	-2,7	0	0,522
5	GLOBAL	Cartesian	-1,35	0	0
6	GLOBAL	Cartesian	-1,35	0	0,783
7	GLOBAL	Cartesian	0	0	0
8	GLOBAL	Cartesian	0	0	1,044
9	GLOBAL	Cartesian	1,35	0	0
10	GLOBAL	Cartesian	1,35	0	0,783
11	GLOBAL	Cartesian	2,7	0	0
12	GLOBAL	Cartesian	2,7	0	0,522
13	GLOBAL	Cartesian	4,05	0	0
14	GLOBAL	Cartesian	4,05	0	0,261
15	GLOBAL	Cartesian	-5,4	0	0
16	GLOBAL	Cartesian	5,4	0	0

Karakteristike popre nih presjeka:

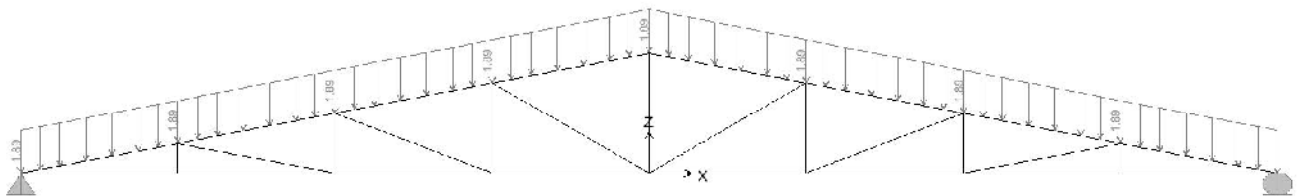
SectionName	Material	Shape	t3	t2	Area
Text	Text	Text	m	m	m2
ispuna	drvo	Rectangular	0,16	0,16	0,0256
pojas	drvo	Rectangular	0,2	0,16	0,032

Definicije optere enja:

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
Text	Text	Text	Unitless
DEAD	Load pattern	DEAD	1
SNIJEG	Load pattern	Snijeg	1

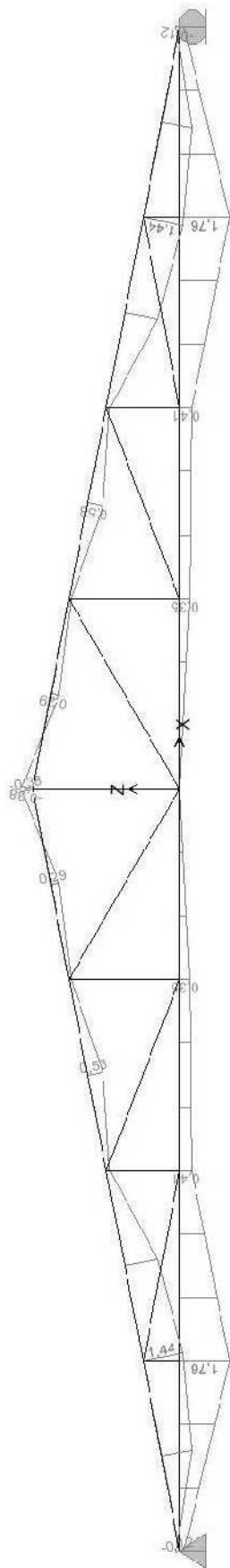
Optere enje snijegom: <sup>2</sup>

$$q = 1,05 \cdot 1,833 \cdot \cos 11^\circ = 1,98 \text{ kN/m}$$

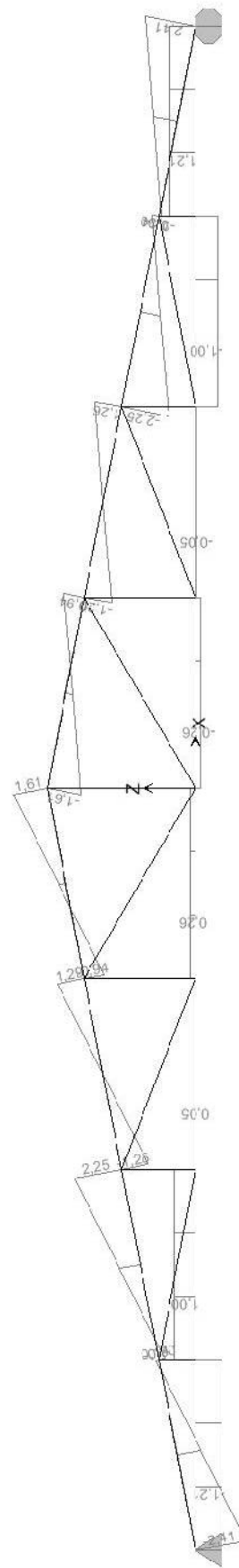


<sup>2</sup> Prora un se provodi za optere enje snijegom koji nije nošen vjetrom.

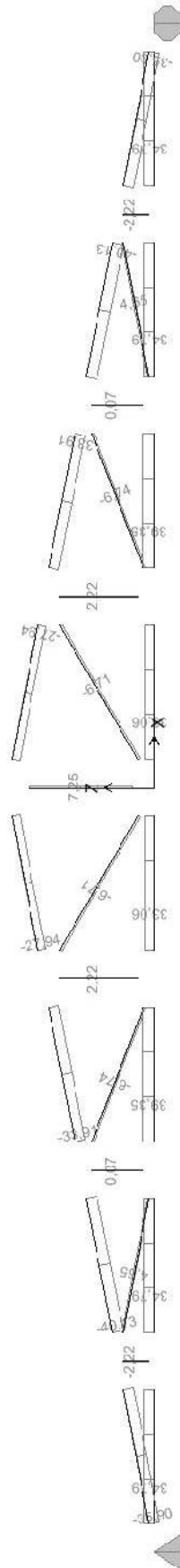
Momentni dijagram (optere enje snijegom):



Dijagram popre nih sila (optere enje snijegom):

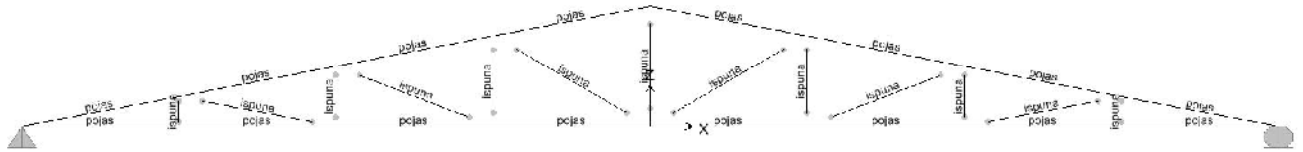


Dijagram uzdužnih sila (optere enje snijegom):



### 3.1.2. Prora un krovne rešetke sa štapnim elementima

Stati ka shema:



Koordinate vorova:

Joint	CoordSys	CoordType	GlobalX	GlobalY	GlobalZ
Text	Text	Text	m	m	m
1	GLOBAL	Cartesian	1,35	0	0,261
2	GLOBAL	Cartesian	2,7	0	0,522
3	GLOBAL	Cartesian	4,05	0	0,783
4	GLOBAL	Cartesian	5,4	0	1,044
5	GLOBAL	Cartesian	6,75	0	0,783
6	GLOBAL	Cartesian	8,1	0	0,522
7	GLOBAL	Cartesian	9,45	0	0,261
8	GLOBAL	Cartesian	1,35	0	0
9	GLOBAL	Cartesian	2,7	0	0
10	GLOBAL	Cartesian	4,05	0	0
11	GLOBAL	Cartesian	5,4	0	0
12	GLOBAL	Cartesian	6,75	0	0
13	GLOBAL	Cartesian	8,1	0	0
14	GLOBAL	Cartesian	9,45	0	0
15	GLOBAL	Cartesian	0	0	0
16	GLOBAL	Cartesian	10,8	0	0

Karakteristike popre nih presjeka:

SectionName	Material	Shape	t3	t2	Area
Text	Text	Text	m	m	m2
ispuna	DRVO	Rectangular	0,16	0,16	0,0256
pojas	DRVO	Rectangular	0,2	0,16	0,032

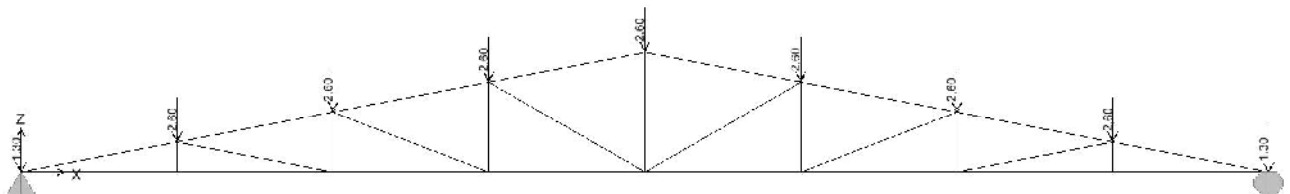
Definicije optere enja:

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
Text	Text	Text	Unitless
DEAD	Load pattern	DEAD	1
SNIJEG	Load pattern	Snijeg	1

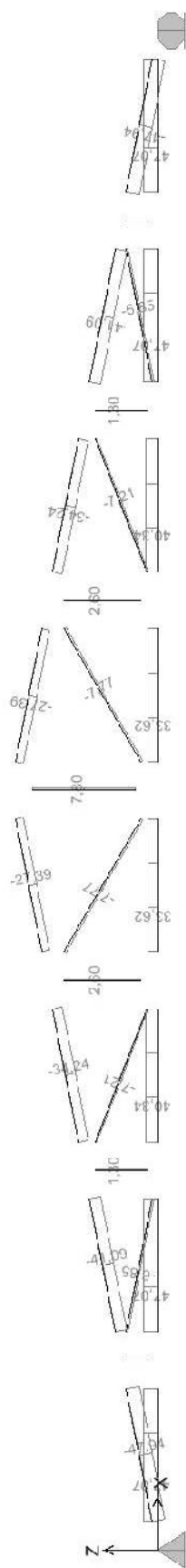
Optere enje snijegom:

$$Q = 1,89 \cdot 1,375 = 2,60 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{rub}} = 1,60/2 = 1,30 \text{ kN}$$



Dijagram uzdužnih sila (optere enje snijegom):

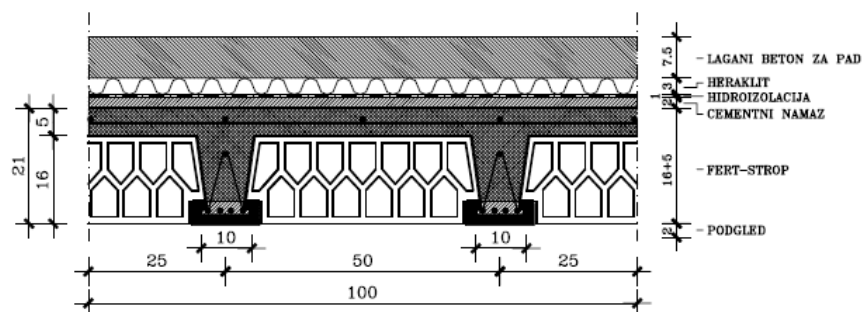




## **4. STATI KI PRORA UN GREDE POZ.310-311**

#### 4.1. ANALIZA OPTERE ENJA PLO E POZ. 300

Prijenos optere enja odvija se s krovišta preko plo e poz. 300 na uzdužne grede. Optere enje snijegom, vjetrom te vlastita težina krovišta prenose se preko glavnih rešetkastih nosa a na plo u, a ona to optere enje zajedno s vlastitom težinom prenosi na grede na koje direktno naliježe.



Slika 15. Popre ni presjek plo e poz. 300 (FERT-strop)

##### Vlastita težina:

Lagani beton za pad 7,5 cm (0,075·20).....	1,50 kN/m <sup>2</sup>
Heraklit 3 cm (0,03·4).....	0,12 kN/m <sup>2</sup>
Hidroizolacija.....	0,10 kN/m <sup>2</sup>
Cementni namaz 2 cm (0,02·24).....	0,48 kN/m <sup>2</sup>
FERT-strop 16+5.....	3,00 kN/m <sup>2</sup>
Podgled (žbuka na plafonu).....	0,25 kN/m <sup>2</sup>
<b>Ukupno stalno.....</b>	<b><math>g_{pl,300} = 5,45 \text{ kN/m}^2</math></b>

##### Stalno optere enje:

Koncentrirana sila rebra za ukru enje:

$$G_{rzu} = 0,2 \cdot 0,16 \cdot (1,0 - 2 \cdot 0,11) \cdot 25 \dots \dots \dots G_{rzu} = 0,62 \text{ kN}$$

Težina krovišta:

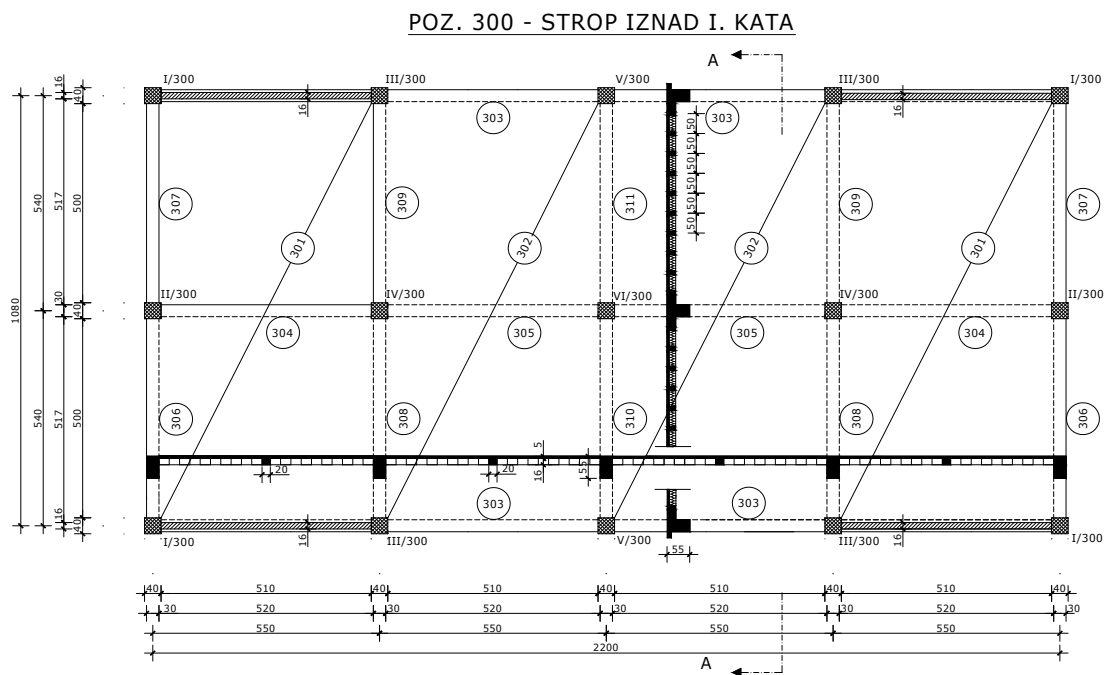
pokrov i potkonstrukcija (0,42·1,833).....	= 0,77 kN/m
vlastita težina drvene rešetke.....	= 0,38 kN/m

$$G_{krov} = 1,15 \text{ kN/m}$$

**Korisno optere enje:**

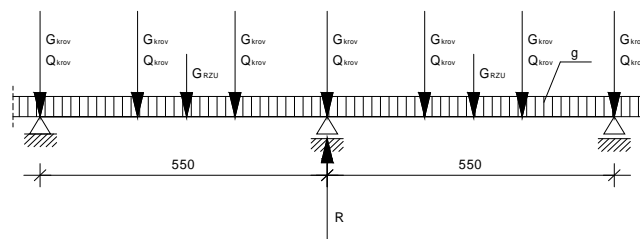
Snijeg (1,05·1,833)..... $S_{krov} = 1,92 \text{ kN/m}$

Vjetar (0,30·1,833)..... $W_{krov} = 0,55 \text{ kN/m}$



Stati ka shema:

FERT nosi u jednom smjeru pa plo u ra unamo kao niz prostih greda. Rebro za ukru enje koje se nalazi na polovici raspona grede moramo uzeti u obzir pri analizi optere enja.



Reakcija stropa za stalno optere enje:

$$R_g = (g_{pl} \cdot l) + (3 \cdot G_{krov}) + G_{rzu} \dots \dots \dots = 34,04 \text{ kN/m}$$

Reakcija stropa za korisno optere enje:

$$R_q = (3 \cdot S_{krov}) + (3 \cdot W_{krov}) \dots \dots \dots = 7,41 \text{ kN/m}$$

## 4.2. ANALIZA OPTERE ENJA GREDE POZ. 310-311

*Stalno optere enje:*

$$R_g \dots \dots \dots = 34,04 \text{ kN/m}$$

$$\text{vlastita težina grede } (0,55 - 0,05) \cdot 0,30 \cdot 25 \dots \dots \dots = 3,75 \text{ kN/m}$$

$$g = 37,79 \text{ kN/m}$$

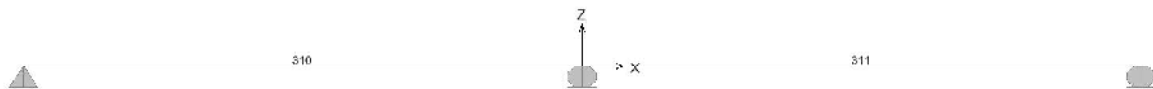
*Korisno optere enje:*

$$R_q \dots \dots \dots = 7,41 \text{ kN/m}$$

$$q = 7,41 \text{ kN/m}$$

## 4.3. STATI KI PRORA UN GREDE POZ.310-311 U SAP-u

Stati ka shema:



Koordinate vorova:

Joint	CoordSys	CoordType	GlobalX	GlobalY	GlobalZ
Text	Text	Text	m	m	m
1	GLOBAL	Cartesian	-5,4	0	0
2	GLOBAL	Cartesian	0	0	0
3	GLOBAL	Cartesian	5,4	0	0

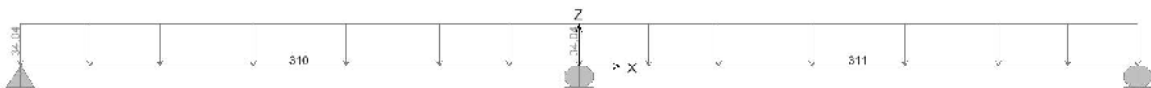
Karakteristike popre nih presjeka:

SectionName	Material	Shape	t3	t2	Area
Text	Text	Text	m	m	m2
310	4000Psi	Rectangular	0,5	0,3	0,15
311	4000Psi	Rectangular	0,5	0,3	0,15

Definicije optere enja:

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
Text	Text	Text	Unitless
DEAD	Load pattern	DEAD	1
Stalno	Load pattern	Stalno	1
Korisno	Load pattern	Korisno	1

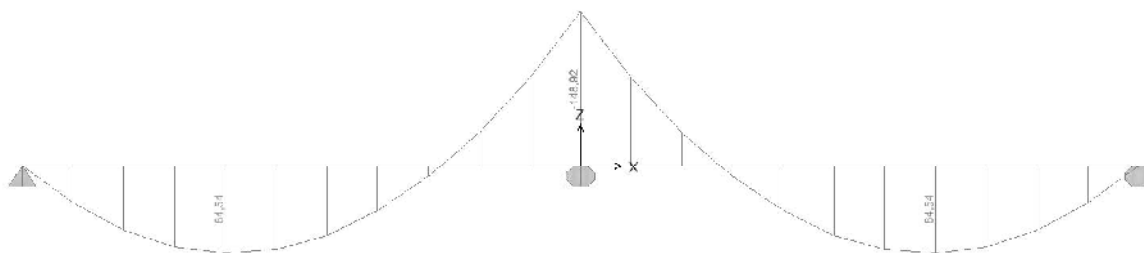
Stalno optere enje (U SAP-u se vlastita težina elemenata ne nanosi kao optere enje jer nju sam program uzima u obzir prema dimenzijama popre nog presjeka elementa i materijalu):



Korisno optere enje:



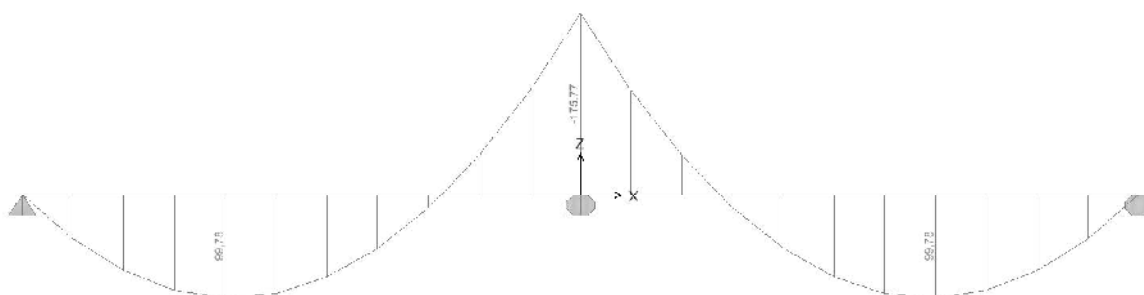
Momentni dijagram – stalno optere enje:



Momentni dijagram – korisno optere enje:



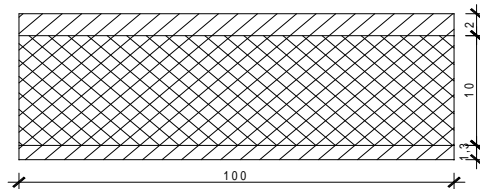
Momentni dijagram – stalno + korisno optere enje:



## **5. STATI KI PRORA UN GREDE POZ. 220-221**

## 5.1. ANALIZA OPTERE ENJA PLO E POZ. 200

Vlastita težina plo e i korisno optere enje s plo e poz. 200 prenosi se na uzdužne grede poz. 200 direktnim nalijeganjem plo e na gredu, ime dobivamo linijsko optere enje tih greda, a zatim se optere enje dalje prenosi na popre ne grede, kao koncentrirano optere enje na mjestima nalijeganja uzdužnih greda.



Slika 16. Popre ni presjek plo e poz. 200

### Stalno optere enje:

Cementni namaz 2 cm (0,02·24).....	= 0,48 kN/m <sup>2</sup>
AB plo a 10 cm (0,1·25) .....	= 2,50 kN/m <sup>2</sup>
Podgled (žbuka na plafonu).....	= 0,25 kN/m <sup>2</sup>
<b>Ukupno stalno</b> .....	<b><math>g_{pl,200} = 3,23 \text{ kN/m}^2</math></b>

### Korisno optere enje: <sup>3</sup>

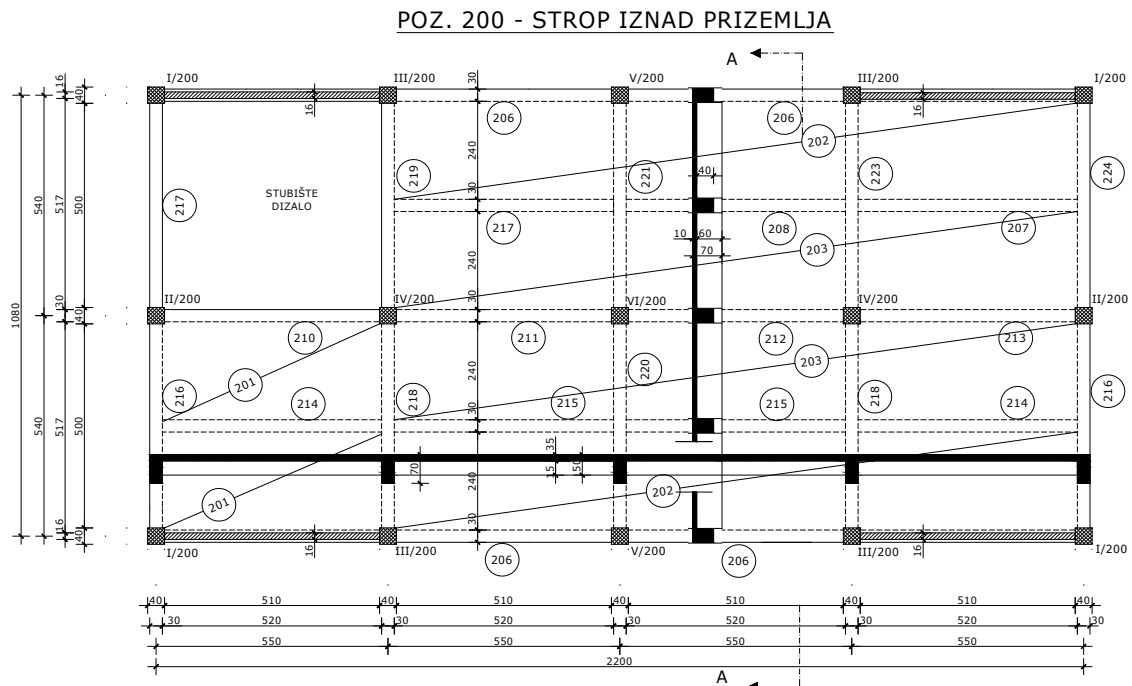
$$q_{pl,200} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

Optere enje od 3,00 kN/m<sup>2</sup> uzima se kao korisno optere enje jer je prostor iznad plo e namijenjen uredima.

<sup>3</sup> Optere enje od 3,00 kN/m<sup>2</sup> uzima se kao korisno optere enje jer je prostor iznad plo e namijenjen uredima.

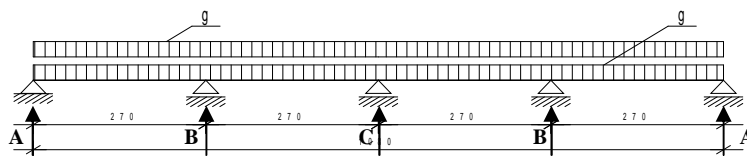


## 5.2. ANALIZA OPTERE ENJA UZDUŽNIH GREDA POZ.200



Stati ka shema plo e poz.200:

Plo a nosi u jednom smjeru (kra em). Ra unat e se kao kontinuirani nosa preko 4 polja.



Reakcije plo e poz. 200 na uzdužne grede poz. 200 uzimamo kao linijsko optere enje tih greda, a njihove reakcije na gredu poz. 220-221 kao koncentrirano optere enje.

Reakcije plo e:

$$R_{A,g} = 0,393 \cdot g \cdot l = 0,393 \cdot 3,23 \cdot 2,7 = 3,45 \text{ kN/m}$$

$$R_{A,q} = 0,393 \cdot q \cdot l = 0,393 \cdot 3,00 \cdot 2,7 = 3,18 \text{ kN/m}$$

$$R_{B,g} = 1,143 \cdot g \cdot l = 1,143 \cdot 3,23 \cdot 2,7 = 9,97 \text{ kN/m}$$

$$R_{B,q} = 1,143 \cdot q \cdot l = 1,143 \cdot 3,00 \cdot 2,7 = 9,26 \text{ kN/m}$$

$$R_{C,g} = 0,929 \cdot g \cdot l = 0,929 \cdot 3,23 \cdot 2,7 = 8,10 \text{ kN/m}$$

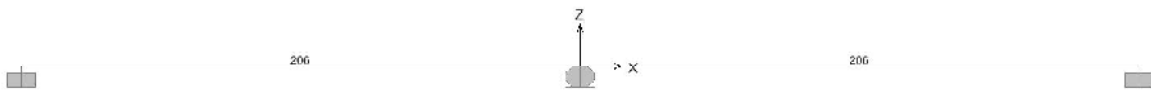
$$R_{C,q} = 0,929 \cdot q \cdot l = 0,929 \cdot 3,00 \cdot 2,7 = 7,52 \text{ kN/m}$$

Vlastita težina plo e:

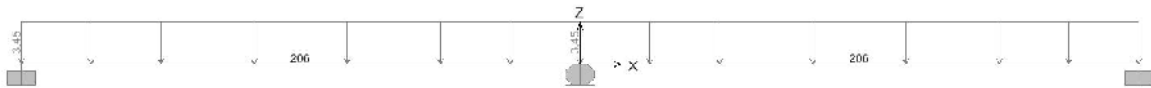
$$g_{v.t.} = 0,40 \cdot 0,32 \cdot 25 = 3,20 \text{ kN/m}$$

### 5.2.1. Greda poz.206-206 – reakcije G1 i Q1

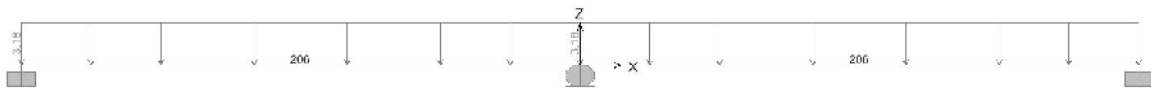
Stati ka shema:



Stalno optere enje:



Korisno optere enje:



Reakcije (stalno optere enje):



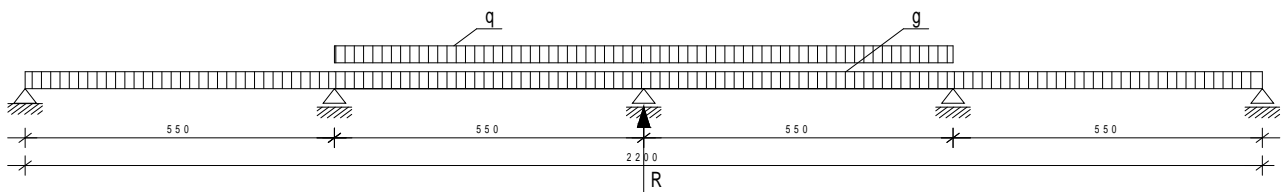
Reakcije (korisno optere enje):



Za daljnji prora un uzimaju se reakcije:  $G1 = G5 = 35,56 \text{ kN}$   
 $Q1 = Q5 = 17,49 \text{ kN}$

### 5.2.2. Greda poz.214-215-215-214 – reakcije G2 i Q2

Stati ka shema:

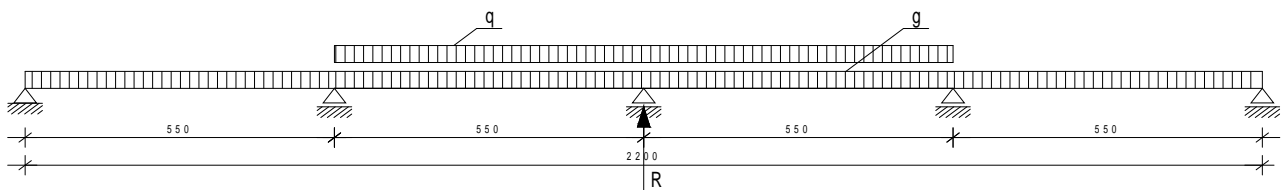


$$G2 = 0,929 \cdot g \cdot l = 0,929 \cdot 9,97 \cdot 5,5 = 50,94 \text{ kN}$$

$$Q2 = 1,143 \cdot q \cdot l = 1,142 \cdot 9,26 \cdot 5,5 = 58,21 \text{ kN}$$

### 5.2.3. Greda poz.210-211-212-213 – reakcije G3 i Q3

Stati ka shema:

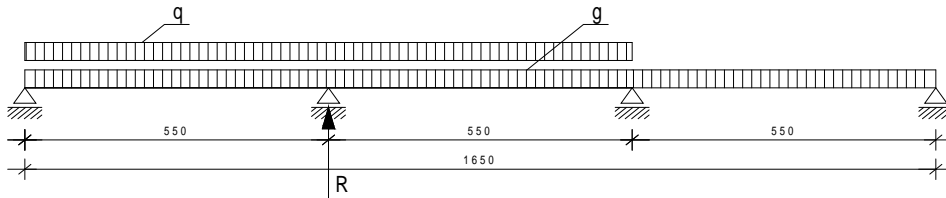


$$G3 = 0,929 \cdot g \cdot l = 0,929 \cdot 8,10 \cdot 5,5 = 41,39 \text{ kN}$$

$$Q3 = 1,143 \cdot g \cdot l = 1,143 \cdot 7,52 \cdot 5,5 = 47,27 \text{ kN}$$

### 5.2.4. Greda poz.207-208-207 – reakcije G4 i Q4

Stati ka shema:

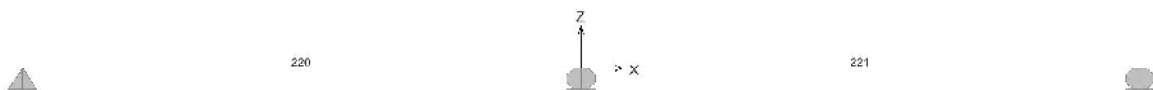


$$G4 = 1,1 \cdot g \cdot l = 1,1 \cdot 9,97 \cdot 5,5 = 60,32 \text{ kN}$$

$$Q4 = 1,2 \cdot q \cdot l = 1,2 \cdot 9,26 \cdot 5,5 = 61,12 \text{ kN}$$

### 5.3. STATI KI PRORA UN GREDE POZ.220-221 U SAP-u

Stati ka shema:



Koordinate vorova:

Joint	CoordSys	CoordType	GlobalX	GlobalY	GlobalZ
Text	Text	Text	m	m	m
1	GLOBAL	Cartesian	-5,4	0	0
2	GLOBAL	Cartesian	0	0	0
3	GLOBAL	Cartesian	5,4	0	0

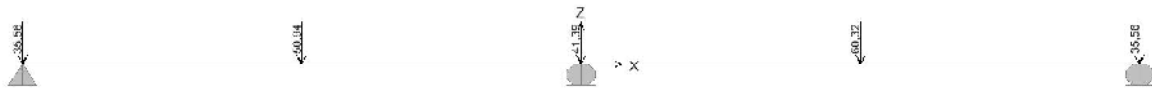
Karakteristike popre nih presjeka:

SectionName	Material	Shape	t3	t2	Area
Text	Text	Text	m	m	m2
220	4000Psi	Rectangular	0,55	0,3	0,165
221	4000Psi	Rectangular	0,55	0,3	0,165

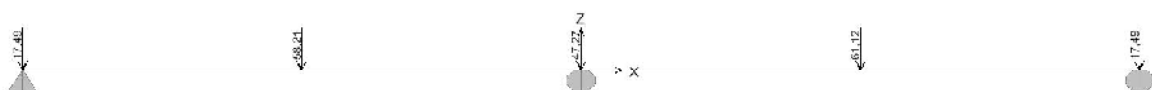
Definicije optere enja:

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
Text	Text	Text	Unitless
DEAD	Load pattern	DEAD	1
Stalno	Load pattern	STALNO	1
Korisno	Load pattern	KORISNO	1

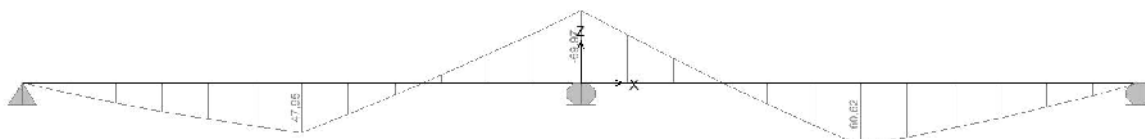
Stalno optere enje:



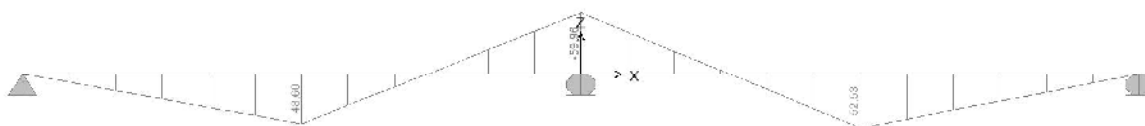
Korisno optere enje:



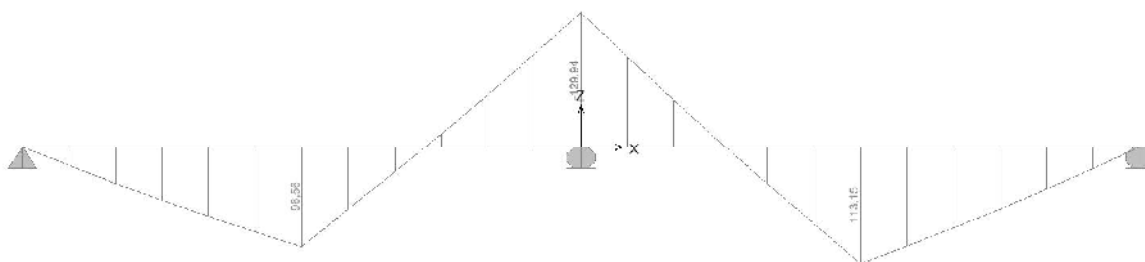
Momentni dijagram (stalno optere enje):



Momentni dijagram (korisno optere enje):

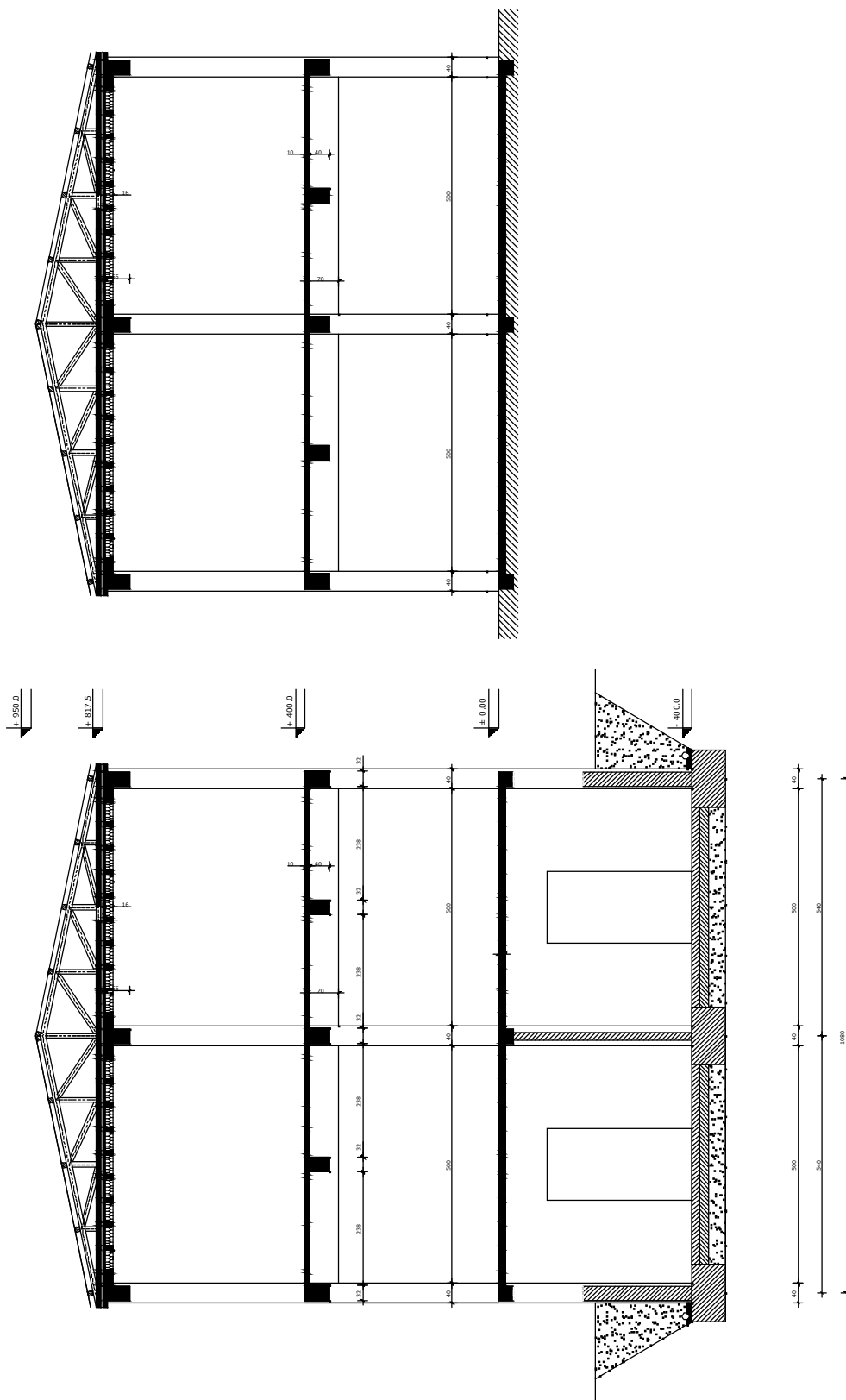


Momentni dijagram (stalno + korisno optere enje):



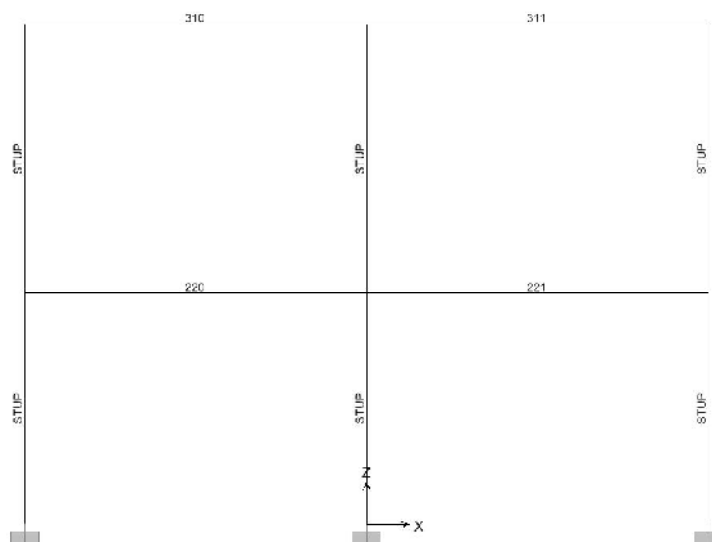
## **6. STATI KI PRORA UN SREDNJEG POPRE NOG OKVIRA**

### 6.1. STATI KI PRORA UN SREDNJEG POPRE NOG OKVIRA U SAP-u





Stati ka shema:



Koordinate vorova:

Joint	CoordSys	CoordType	GlobalX	GlobalY	GlobalZ
Text	Text	Text	m	m	m
1	GLOBAL	Cartesian	-5,4	0	0
2	GLOBAL	Cartesian	-5,4	0	3,65
3	GLOBAL	Cartesian	-5,4	0	7,9
4	GLOBAL	Cartesian	0	0	0
5	GLOBAL	Cartesian	0	0	3,65
6	GLOBAL	Cartesian	0	0	7,9
7	GLOBAL	Cartesian	5,4	0	0
8	GLOBAL	Cartesian	5,4	0	3,65
9	GLOBAL	Cartesian	5,4	0	7,9

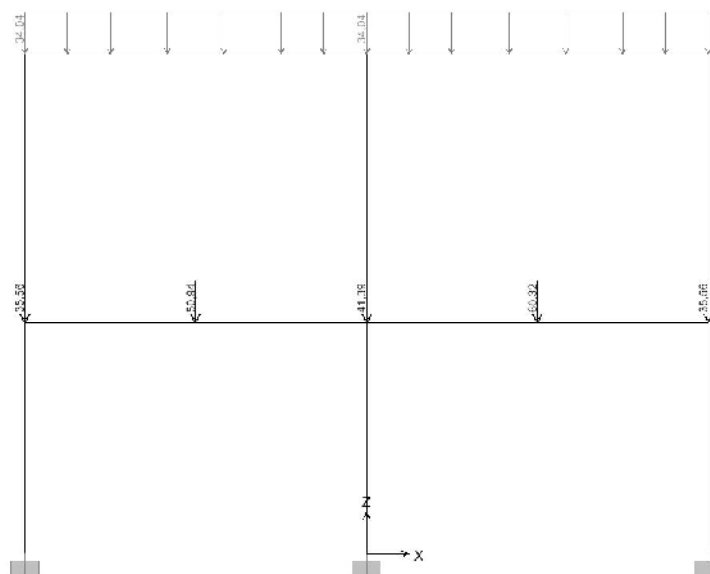
Karakteristike popre nih presjeka:

SectionName	Material	Shape	t3	t2	Area
Text	Text	Text	m	m	m2
220	4000Psi	Rectangular	0,7	0,3	0,21
221	4000Psi	Rectangular	0,7	0,3	0,21
310	4000Psi	Rectangular	0,55	0,3	0,165
311	4000Psi	Rectangular	0,55	0,3	0,165
STUP	4000Psi	Rectangular	0,4	0,4	0,16

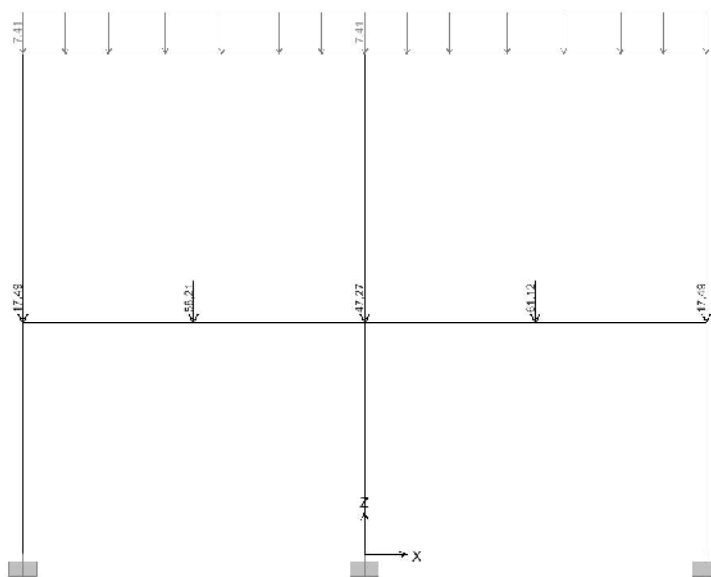
Definicije optere enja:

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
Text	Text	Text	Unitless
DEAD	Load pattern	DEAD	1
STALNO	Load pattern	Stalno	1
KORISNO	Load pattern	Korisno	1
VJETAR	Load pattern	Vjetar	1

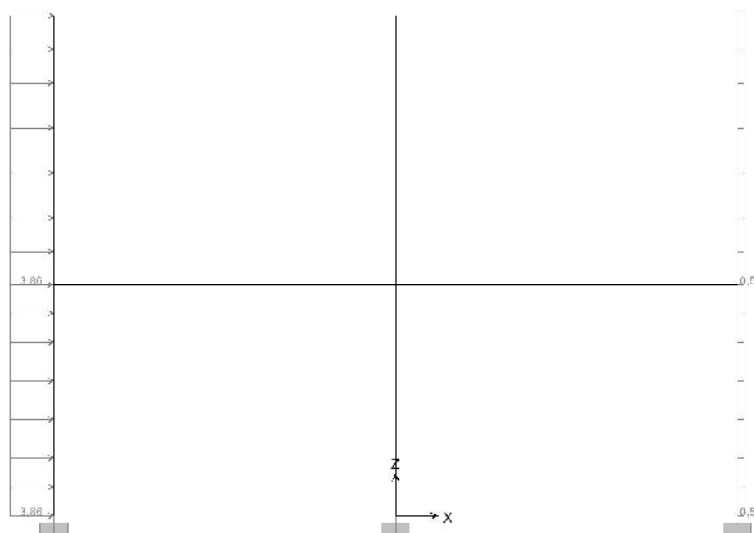
Stalno optere enje:



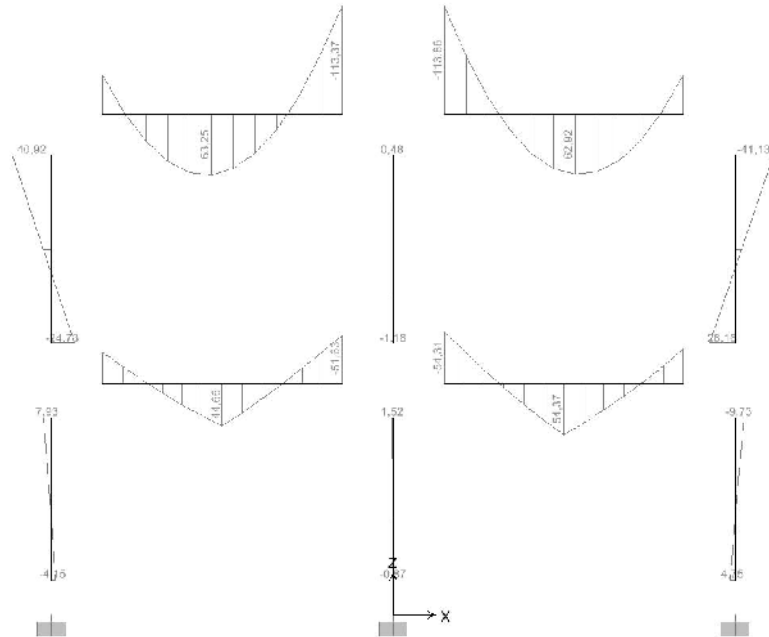
Korisno optere enje:



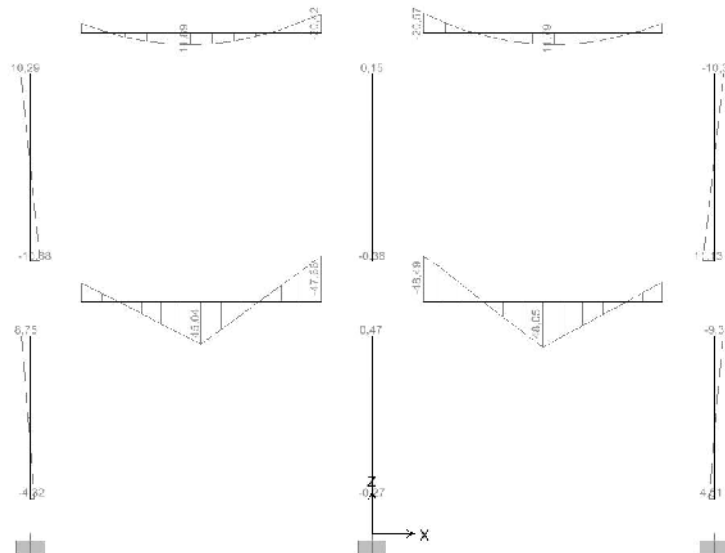
Optere enje vjetrom:



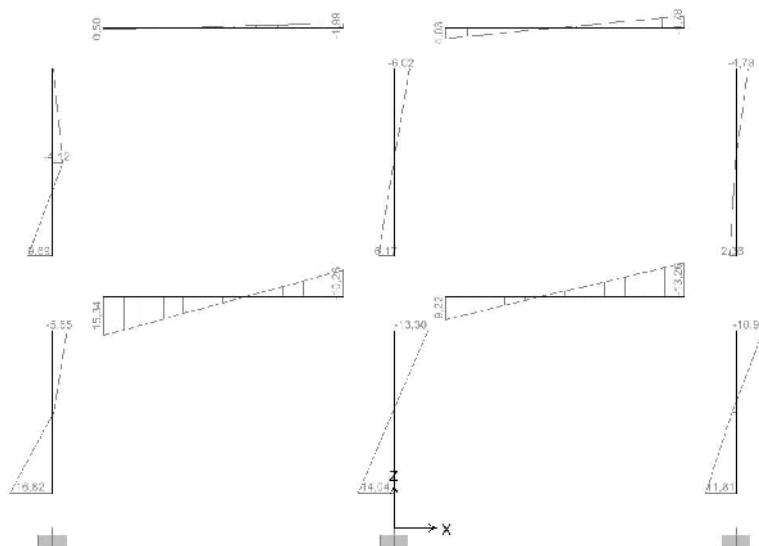
Momentni dijagram (stalno optere enje):



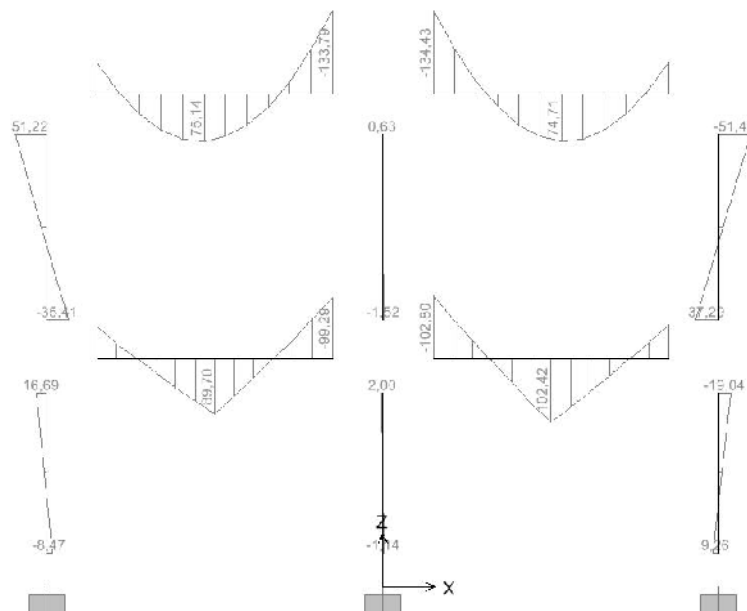
Momentni dijagram (korisno optere enje):



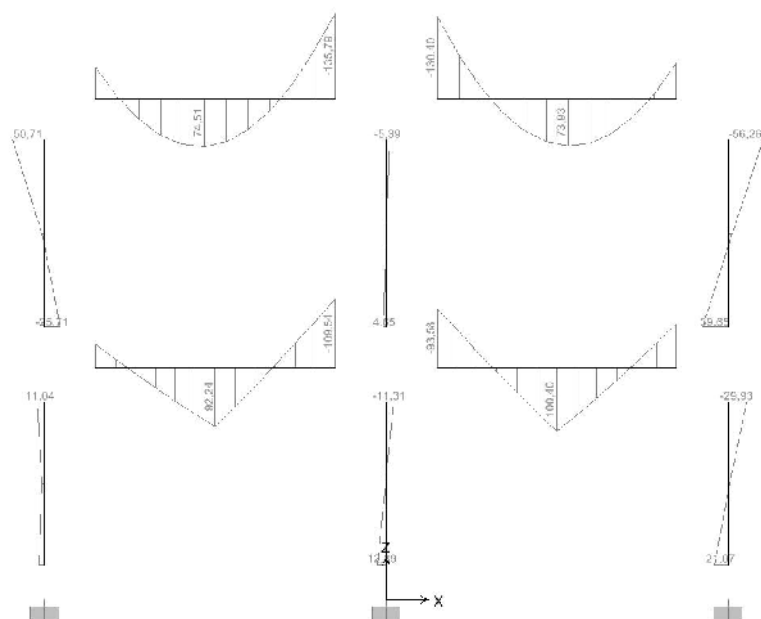
Momentni dijagram (optere enje vjetrom):



Momentni dijagram (stalno + korisno optere enje):



Momentni dijagram (stalno + korisno + vjetar):

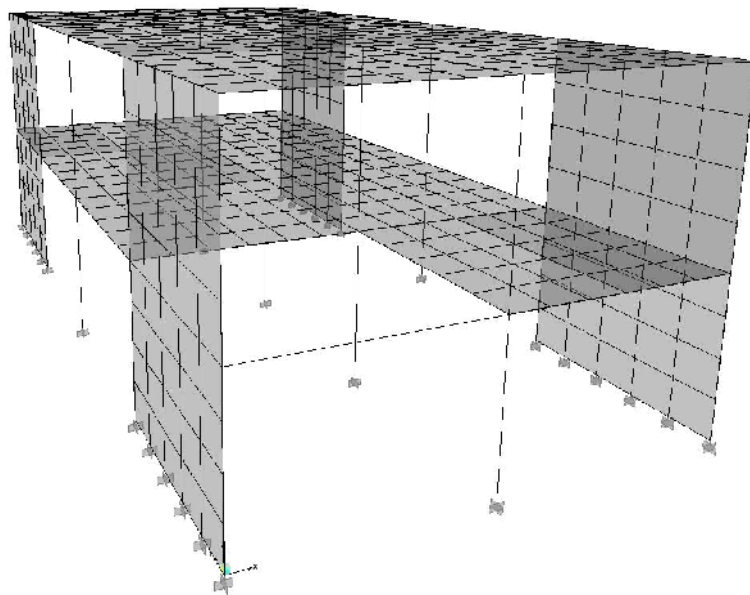


Vrijednosti momenata od stalnog i korisnog optere enja uspore ivati e se kasnije s vrijednostima momenata dobivenim prora unom prostornog modela. Momentni dijagram od vjetra te stalnog i korisnog optere enja dan je samo radi preglednosti.

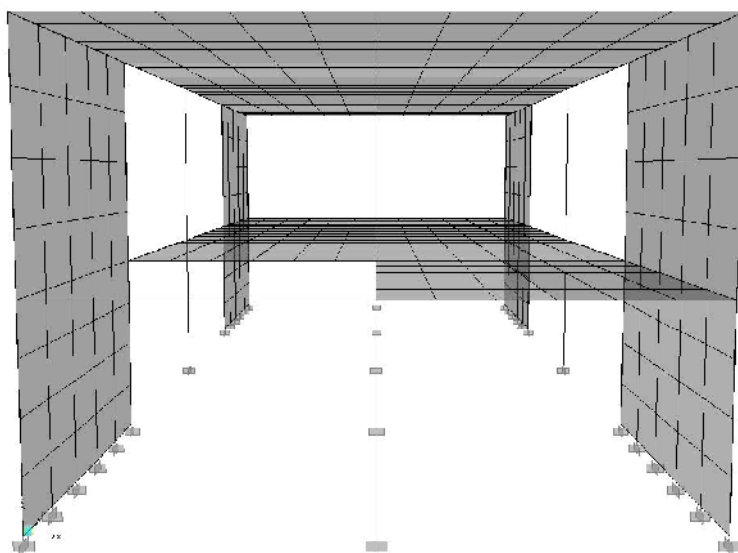
## **7. STATI KI PRORA UN PROSTORNOG MODELA**

## 7.1. STATI KI PRORA UN PROSTORNOG MODELA U SAP-u

Op a perspektivna projekcija:

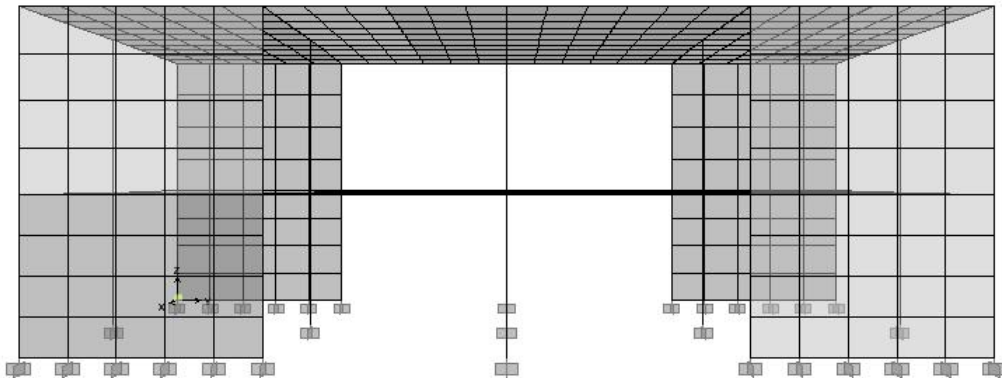


Perspektivna projekcija sheme prostornog modela na ravninu xz:





Perspektivna projekcija sheme prostornog modela na ravninu yz:



Karakteristike popre nih presjeka plošnih elemenata:

Section	Material	AreaType	Type	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	m	m
PLOCA_200	4000Psi	Shell	Shell-Thin	0,1	0,1
PLOCA_300	FERT	Shell	Shell-Thin	0,21	0,21
ZID	4000Psi	Shell	Shell-Thin	0,16	0,16

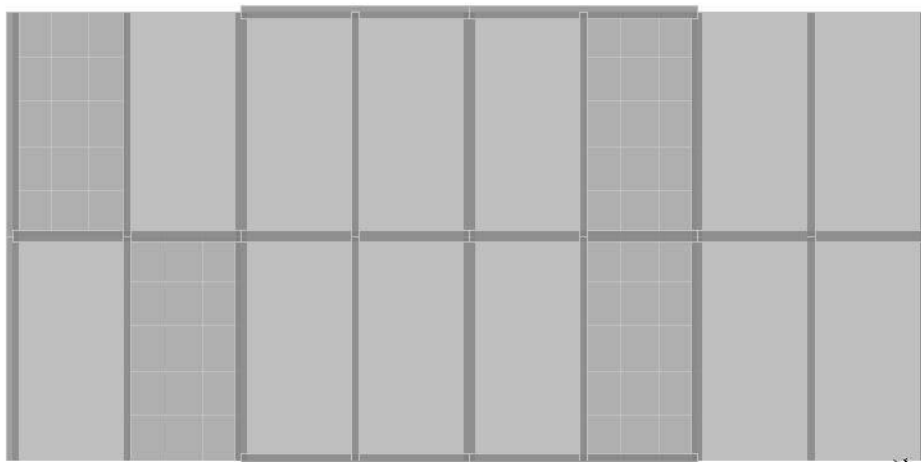
Karakteristike popre nih presjeka linijskih elemenata:

SectionName	Material	Shape	t3	t2	Area
Text	Text	Text	m	m	m2
GREDA_200_POPR.	4000Psi	Rectangular	0,7	0,3	0,21
GREDA_200_UZDUZ.	4000Psi	Rectangular	0,5	0,32	0,15
GREDA_300_POPR.	4000Psi	Rectangular	0,55	0,3	0,165
GREDA_300_UZDUZ.	4000Psi	Rectangular	0,55	0,3	0,165
GREDECA	4000Psi	Rectangular	0,21	0,2	0,042
STUP	4000Psi	Rectangular	0,4	0,4	0,16

Definicije optere enja:

LoadPat	DesignType	SelfWtMult	AutoLoad
Text	Text	Unitless	Text
DEAD	DEAD	1	
STALNO	DEAD	0	
KORISNO	LIVE	0	
VJETAR	WIND	0	None
SNIJEG	SNOW	0	

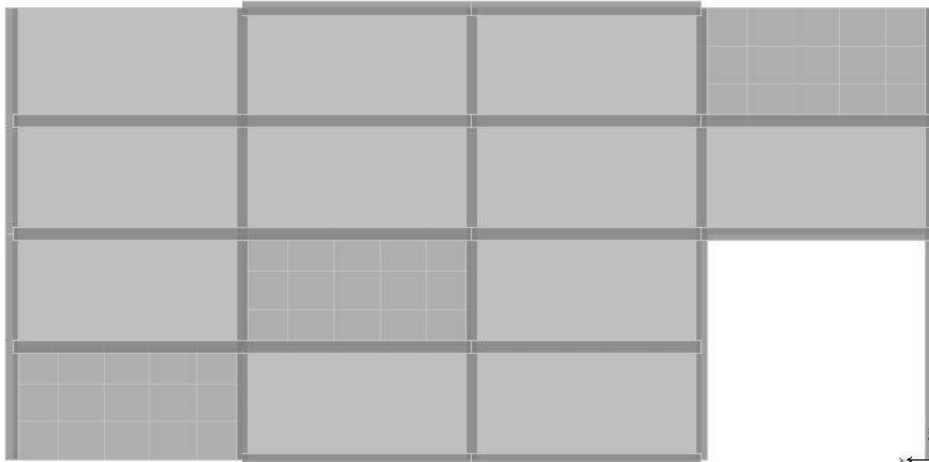
Optere enje elemenata poz. 300:



Area	LoadPat	CoordSys	Dir	UnifLoad
Text	Text	Text	Text	KN/m2
PLOCA_300	STALNO	GLOBAL	Gravity	2,45

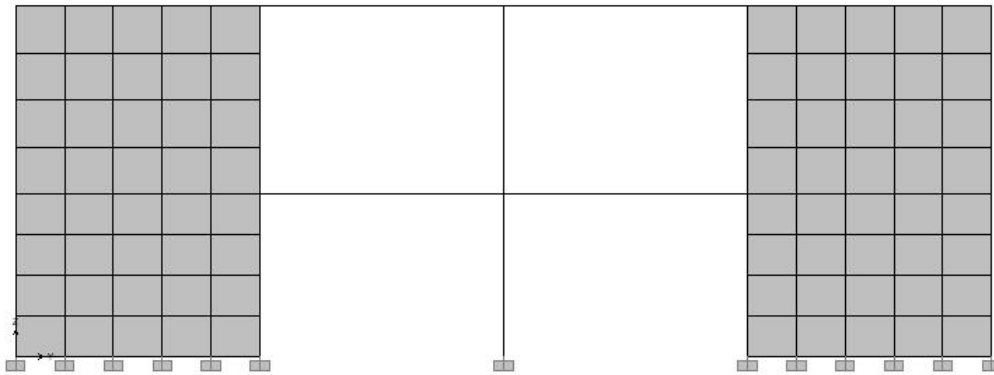
Frame	LoadPat	CoordSys	Dir	FOverLA	FOverLB
Text	Text	Text	Text	KN/m	KN/m
GREDA_300_POPR.	STALNO	GLOBAL	Gravity	1,15	1,15
GREDA_300_POPR.	SNIJEG	GLOBAL	Gravity	1,92	1,92
GREDA_300_POPR.	VJETAR	GLOBAL	Gravity	0,55	0,55
GREDICA	STALNO	GLOBAL	Gravity	1,15	1,15
GREDICA	SNIJEG	GLOBAL	Gravity	1,92	1,92
GREDICA	VJETAR	GLOBAL	Gravity	0,55	0,55

Optere enje elemenata poz. 200:



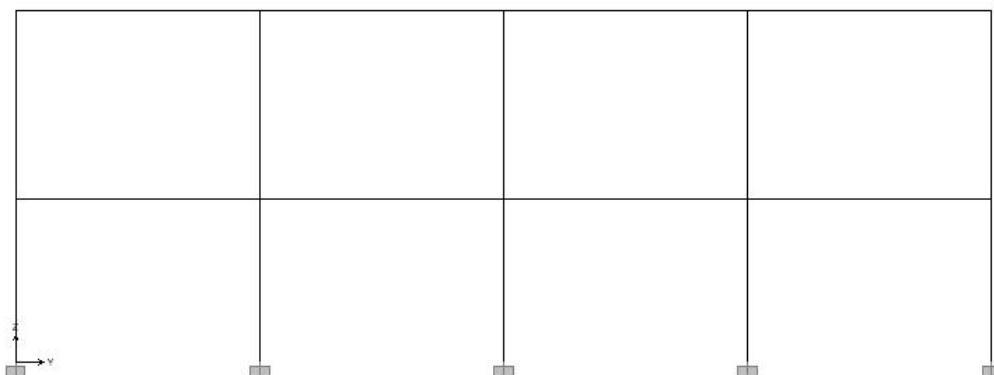
Area	LoadPat	CoordSys	Dir	UnifLoad
Text	Text	Text	Text	KN/m2
PLOCA_200	STALNO	GLOBAL	Gravity	0,73
PLOCA_200	KORISNO	GLOBAL	Gravity	3,00

Optere enje vjetrom uzdužnih zidova:



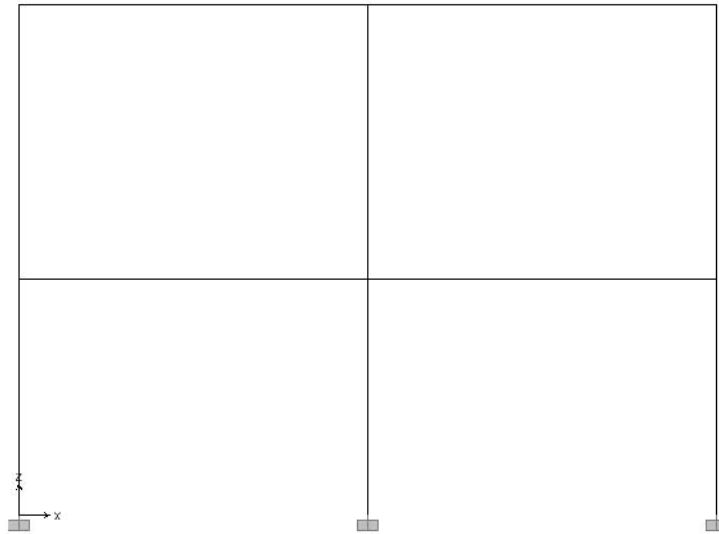
Area	LoadPat	CoordSys	MultiplierX
Text	Text	Text	Unitless
ZID	VJETAR	GLOBAL	-0,11
ZID	VJETAR	GLOBAL	0,7

Optere enje vjetrom vanjskih stupova srednjeg uzdužnog okvira:



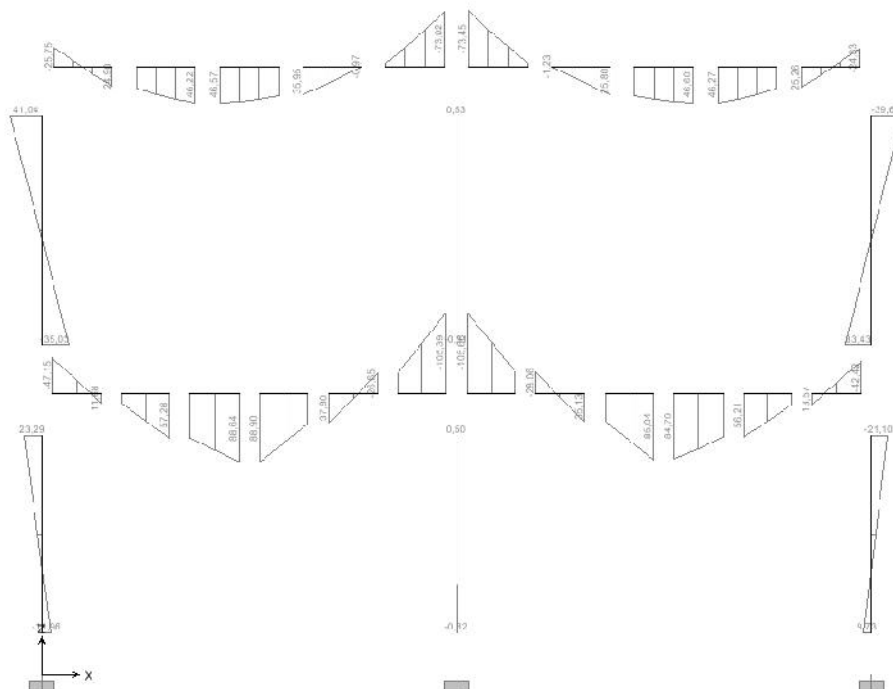
Frame	LoadPat	CoordSys	Dir	FOverLA	FOverLB
Text	Text	Text	Text	KN/m	KN/m
STUP	VJETAR	GLOBAL	Y	-4,8	-4,8
STUP	VJETAR	GLOBAL	Y	4,8	4,8

Optere enje vjetrom vanjskih stupova srednjeg popre nog okvira:



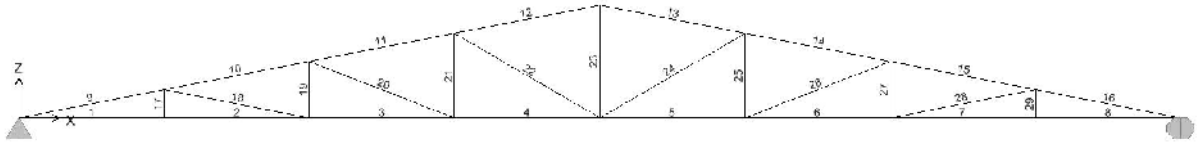
Frame	LoadPat	CoordSys	Dir	FOverLA	FOverLB
Text	Text	Text	Text	KN/m	KN/m
STUP	VJETAR	GLOBAL	X	3,86	3,86
STUP	VJETAR	GLOBAL	X	-0,59	-0,59

Momentni dijagram (stalno + korisno optere enje)



## **8. USPOREDBA REZULTATA**

## 8.1. USPOREDBA REZULTATA ZA ELEMENTE KROVNE REŠETKE



USPOREDBA REZULTATA [kN]	KROVNA REŠETKA	
	S KONTINUIRANIM GORNJIM I DONJIM POJASOM	SA ŠTAPNIM ELEMENTIMA
1	34,79	47,07
2	34,79	47,07
3	39,35	40,34
4	33,06	33,62
5	33,06	33,62
6	39,35	40,34
7	34,79	47,07
8	34,79	47,07
9	-35,90	-47,94
10	-40,13	-41,09
11	-33,91	-34,24
12	-27,94	-27,39
13	-27,94	-27,39
14	-33,91	-34,24
15	-40,13	-41,09
16	-35,90	-47,94
17	-2,22	0,00
18	4,65	-6,85
19	0,07	1,30
20	-6,74	-7,21
21	2,22	2,60
22	-6,71	-7,77
23	7,25	7,80
24	-6,71	-7,77
25	2,22	2,60
26	-6,74	-7,21
27	0,07	1,30
28	4,65	-6,85
29	-2,22	0,00

## 8.2. USPOREDBA REZULTATA U KARAKTERISTI NIM TO KAMA OKVIRA

USPOREDBA REZULTATA [kNm]	HIJERARHIJSKI MODELI		RAVNINSKI MODEL		PROSTORNI MODEL	
	GREDA 310-311	GREDA 220-221	GREDA 310-311	GREDA 220-221	GREDA 310-311	GREDA 220-221
<b>VANJSKI LEŽAJ (LIJEVO)</b>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>51,22</i>	<i>52,10</i>	<i>25,75</i>	<i>47,15</i>
<b>POLJE (LIJEVO)</b>	<i>99,78</i>	<i>96,56</i>	<i>75,14</i>	<i>89,70</i>	<i>46,57</i>	<i>88,90</i>
<b>SREDNJI LEŽAJ (LIJEVO)</b>	<i>175,77</i>	<i>129,94</i>	<i>133,79</i>	<i>99,29</i>	<i>73,02</i>	<i>105,39</i>
<b>SREDNJI LEŽAJ (DESNO)</b>	<i>175,77</i>	<i>129,94</i>	<i>134,43</i>	<i>102,80</i>	<i>73,45</i>	<i>105,86</i>
<b>POLJE (DESNO)</b>	<i>99,78</i>	<i>113,15</i>	<i>74,71</i>	<i>102,42</i>	<i>46,27</i>	<i>84,70</i>
<b>VANJSKI LEŽAJ (DESNO)</b>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>51,49</i>	<i>56,33</i>	<i>24,83</i>	<i>42,42</i>



## ZAKLJU AK

Uspore uju i prostorni i ravninski model okvirne konstrukcije dolazimo do zaklju ka da su momenti dobiveni prora unom okvira kao dio prostorne konstrukcije u ra unalnom programu SAP-u manji od onih dobivenih ru nim prora unom, ali i vjerojatno to nije jer se taj okvir prora unava u 3 dimenzije, to jest, uzimaju se u obzir optere enja koja na njega djeluju u to no onakvom prostornom rasporedu u kakvom e se okvir nalaziti po završetku gradnje konstrukcije.

Ru no prora unavanje okvira temelji se na odre ivanju hijerarhijske ovisnosti elemenata konstrukcije, brojnim pojednostavljenjima, aproksimacijama i kona nim prora unom promatranog okvira u dvije dimenzije koje rezultira to nim u okviru pretpostavki, ali i dugotrajnim prora unom za koji možemo re i da je na strani sigurnosti kod dimenzioniranja konstrukcije zbog ve ih momenata od onih dobivenih drugim pristupom rješavanja problema.

Danas je brže i to nije provesti prora un u nekom ra unalnom programu koji može prora unati konstrukciju u prostoru s velikim brojem nepoznanica, a zbog sigurnosti kod dimenzioniranja prema Eurocodu se za razli ite kombinacije optere enja uzimaju i faktori ve i od jedan kojim se ta optere enja množe pa dobivamo ve e momente mjerodavne za dimenzioniranje. Ru ni prora un je potreban, barem na po etku bavljenja takvim zadacima, jer jasno dobivamo sliku me uzavisnosti elemenata konstrukcije i prijenosa optere enja s elementa na element.

Uspore uju i dva modela krovne rešetke, jedan s kontinuiranim gornjim i donjim pojasom te štapovima kao ispunom, a drugi sastavljen od štapnih elemenata, zaklju ujemo da nema velikih razlika u vrijednostima unutarnjih uzdužnih sila. U rešetki sastavljenoj od štapova dobivamo malo ve e vrijednosti uzdužnih sila, a kod rešetke sa kontinuiranim pojasevima javljaju se još i popre na sila i moment savijanja, ali su mali u odnosu na vrijednost uzdužne sile. Za ispravnu usporedbu ova dva modela, morali bismo izra unati normalna naprezanja koja se javljaju u elementima oba modela. Kod modela sa štapnim elementima normalna naprezanja uzrokuje uzdužna sila, a kod modela s kontinuiranim pojasevima moment savijanja i uzdužna sila. Budu i da moment savijanja uzrokuje mala naprezanja u odnosu na uzdužnu silu, možemo ga zanemariti kod ove usporedbe.

## LITERATURA

- Bjelanovi , Adriana; Raj i , Vlatka: *Drvene konstrukcije prema europskim normama*, Sveu ilište u Zagrebu, Gra evinski fakultet; Hrvatska sveu ilišna naklada d.o.o.; Zagora-zagorje d.o.o., Zagreb 2007.
- Dvornik, Josip; Lazarevi , Damir; *Kreativnost i inženjerska prosudba*; Gra evinar 59
- Radi , Jure; suradnici: *Betonske konstrukcije, priru nik*; Hrvatska sveu ilišna naklada; Sveu ilište u Zagrebu, Gra evinski fakultet; Andris, Zagreb 2006.
- Radi , Jure; suradnici: *Betonske konstrukcije, riješeni primjeri*; Hrvatska sveu ilišna naklada; Sveu ilište u Zagrebu, Gra evinski fakultet; Andris, Zagreb 2006.
- Sori , Zorislav; *Betonske konstrukcije prema Eurokodu 2 (HRN ENV 1992-1-1)*; skripta Gra evinskog fakulteta Sveu ilišta u Zagrebu; Zagreb 2009.
- <http://sites.google.com/site/tomislavkisicek/Home/nastava/bizk1>, materijali za vježbe, 04.09.2010.
- <http://www.grad.hr/nastava/g/>, bilješke i skice s predavanja, primjeri, 04.09.2010.
- <http://www.grad.hr/nastava/nmk/>, primjeri iz konstruktivnih vježbi, 04.09.2010.