

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
za gradbeništvo  
in geodezijo



Jamova cesta 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

**DRUGG** – Digitalni repozitorij UL FGG  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Požar, G., 2016. Projektiranje armiranobetonske nosilne konstrukcije večstanovanjske stavbe v Novem mestu. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Bratina, S.): 75 str.  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5962/>

Datum arhiviranja: 3-10-2016

University  
of Ljubljana  
Faculty of  
Civil and Geodetic  
Engineering



Jamova cesta 2  
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

**DRUGG** – The Digital Repository  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Požar, G., 2016. Projektiranje armiranobetonske nosilne konstrukcije večstanovanjske stavbe v Novem mestu. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Bratina, S.): 75 pp.  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5962/>

Archiving Date: 3-10-2016

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta za  
*gradbeništvo in  
geodezijo*



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

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI  
PROGRAM GRADBENIŠTVO  
KONSTRUKCIJSKA SMER

Kandidat:

**GREGOR POŽAR**

**PROJEKTIRANJE ARMIRANOBETONSKE NOSILNE  
KONSTRUKCIJE VEČSTANOVANJSKE STAVBE V  
NOVEM MESTU**

Diplomska naloga št.: 3528/KS

**DESIGN OF REINFORCED CONCRETE LOAD-  
BEARING STRUCTURE OF A RESIDENTAL BUILDING  
IN NOVO MESTO**

Graduation thesis No.: 3528/KS

**Mentor:**

izr. prof. dr. Sebastjan Bratina

Ljubljana, 23. 09. 2016

## **STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA**

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

---

»Ta stran je namenoma prazna.«

## IZJAVE

Spodaj podpisani študent Gregor Požar, vpisna številka 26106735, avtor pisnega zaključnega dela študija z naslovom: »Projektiranje armiranobetonske nosilne konstrukcije večstanovanjske stavbe v Novem mestu«

### IZJAVLJAM

1. da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;
2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;
3. da sem pridobil/-a vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označil/-a;
4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnal/-a v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil/-a soglasje etične komisije;
5. soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
6. da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;
7. da dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega dela študija.

V Ljubljani,  
2.9.2016

Gregor Požar

---

»Ta stran je namenoma prazna.«

---

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

<b>UDK:</b>	<b>624.012.45:624.07(043.2)</b>
<b>Avtor:</b>	<b>Gregor Požar</b>
<b>Mentor:</b>	<b>izr. prof. dr. Sebastjan Bratina</b>
<b>Naslov:</b>	<b>Projektiranje armiranobetonske nosilne konstrukcije večstanovanjske stavbe v Novem mestu</b>
<b>Tip dokumenta:</b>	<b>Diplomska naloga – univerzitetni študij</b>
<b>Obseg in oprema:</b>	<b>75 str., 40 pregl, 58 sl.</b>
<b>Ključne besede:</b>	<b>projektiranje, armiran beton, nosilna konstrukcija, računski model, standard Evrokod</b>

### **Izveček**

V diplomski nalogi analiziramo in projektiramo značilne elemente armiranobetonske nosilne konstrukcije večstanovanjske stavbe v Novem mestu. Stavba je bil dograjena k že obstoječi stavbi in je od nje ločena z dilatacijo širine 8 cm. Nosilna konstrukcija stavbe je zasnovana kot prostorska okvirna konstrukcija, sestavljena iz medetažnih plošč, strehe, nosilcev in stebrov. Nosilna konstrukcija je bila projektirana še po starih jugoslovanskih predpisih. V okviru diplomske naloge analiziramo tipično medetažno konstrukcijo ter izbrane elemente vertikalne nosilne konstrukcije. V ta namen izdelamo dva idealizirana računski modela konstrukcije v programu SAP2000, ki temelji na metodi končnih elementov. Pri analizi medetažne konstrukcije poleg lastne in stalne teže upoštevamo tudi koristno obtežbo. Pri analizi vertikalnih nosilnih elementov dodatno upoštevamo še vodoraven potresni vpliv, ki predstavlja merodajen vpliv. Izvedemo analizo vpliva opečnih polnil na lastno nihanje in obremenitve v konstrukciji. V nadaljevanju podrobneje prikažemo projektiranje in dimenzioniranje vzdolžne armature v obravnavani medetažni konstrukciji ter primerjavo s količinami armature iz obstoječe projektne dokumentacije. Prikažemo tudi dimenzioniranje in projektiranje armature izbranih elementov vertikalne nosilne konstrukcije. Pri projektiranju le teh uporabimo metodo načrtovanja nosilnosti. Za dimenzionirane nosilne elemente izdelamo armaturne načrte.

---

»Ta stran je namenoma prazna.«



---

## **BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT**

**UDC:** 624.012.45:624.07(043.2)

**Author:** Gregor Požar

**Supervisor:** assoc. Prof. Sebastjan Bratina

**Title:** Design of reinforced concrete load-bearing structure of a residential building in Novo mesto

**Document type:** Graduation Thesis – University studies

**Scope and tools:** design, reinforced concrete, load-bearing structure, computational model, Eurocode standards

**Keywords:**

### **Abstract**

The thesis analyzed and projecting the characteristic elements of reinforced concrete load-bearing structures of residential buildings in Novo mesto. The building has been upgraded to the existing building and is separated from it by 8 cm dilatation. The supporting structure of the building is designed as a frame structure, consists of slabs, roofs, beams and pillars. The supporting structure has been designed under the old Yugoslav regulations. Within the thesis we analyze the typical slab structure and the selected elements of the vertical load-bearing structures. For this purpose, we produce two idealized computational model of the structure in the program SAP2000 based on the finite element method. In the analysis of floor constructions in addition to its own and permanent weight considering the useful load. In the analysis of vertical load-bearing elements additionally considering horizontal seismic influence, which is greatest by the impact. Carried out an impact analysis of brick fillers on their own swings and stresses in the structure. Below we show more details of the design and dimensioning of reinforcement in the present typical slab structure and comparison with reinforcement from the existing project documentation. We also show sizing and design of reinforcement of selected elements of the vertical load-bearing structures. Load-bearing elements were designed according to method of capacity design. Reinforcement drawings were made for analyzed structural supports.

---

»Ta stran je namenoma prazna.«

## **ZAHVALA**

Iskreno se zahvaljujem mentorju izr. prof. dr. Sebastjanu Bratini za vso strokovno pomoč, koristne nasvete in potrpežljivost tekom nastajanja diplomske naloge.

Posebna zahvala gre staršem, ki so me tekom študija podpirali in spodbujali, da je le-ta uspešno zaključen.

Zahvala gre tudi prijateljem in sodelavcem za vse spodbudne besede.

»Ta stran je namenoma prazna.«

---

**KAZALO VSEBINE**

Stran za popravke, errate.....	I
Izjava o avtorstvu.....	II
Bibliografsko-dokumentacijska stran in izvleček.....	III
Bibliographic-documentalistic information and abstract.....	IV
Zahvala.....	V
1 UVOD.....	1
2 OSNOVNI PODATKI O KONSTRUKCIJI.....	2
2.1 Opis.....	2
2.2 Arhitekturne podloge.....	2
2.3 Uporabljeni materiali.....	4
2.3.1 Beton.....	4
2.3.2 Jeklo za armiranje.....	6
2.3.3 Opečna polnila.....	7
2.3.4 Les.....	7
3 VPLIVI NA KONSTRUKCIJO.....	8
3.1 Stalni vplivi.....	8
3.1.1 Streha.....	8
3.1.2 Medetažna konstrukcija.....	8
3.1.3 Stopnice.....	9
3.1.4 Nenosilne opečne stene.....	9
3.1.5 Mavčno-kartonaste predelne stene.....	11
3.1.6 Predelna stena iz steklenih prizem.....	11
3.2 Koristna obtežba.....	11
3.3 Obtežba snega.....	13
3.4 Obtežba vetra.....	14
3.4.1 Osnovne vrednosti.....	14
3.4.2 Zunanji tlak vetra.....	15
3.4.3 Notranji tlaki vetra.....	23
3.4.4 Sile trenja vetra.....	23
3.4.5 Neto tlaki vetra.....	26
3.5 Potresni vpliv.....	28
3.5.1 Projektni pospešek tali in identifikacija tipa tal.....	28
3.5.2 Račun mase.....	29

---

3.5.3 Analiza potresnega vpliva na konstrukcijo .....	31
4. PROJEKTIRANJE PO METODI MEJNIH STANJ .....	32
4.1 Mejna stanja nosilnosti (MSN) .....	32
4.1.1 Osnovne kombinacije vplivov .....	32
4.1.2 Potresna projektna stanja .....	33
4.2 Mejna stanja uporabnosti (MSU) .....	33
5. PROJEKTIRANJE TIPIČNE MEDETAŽNE KONSTRUKCIJE .....	35
5.1 Idealizirani računski model .....	35
5.2 Upoštevani vplivi in kombinacija vplivov za mejna stanja nosilnosti .....	37
5.3 Projektne obremenitve v plošči .....	38
5.5 Dimenzioniranje vzdolžne armature .....	44
5.6 Kontrola razmerja med razpetino in statično višino plošče (kontrola povosov) .....	47
6. PROJEKTIRANJE VERTIKALNIH NOSILNIH ELEMENTOV .....	49
6.1 Idealiziran računski model nosilne konstrukcije stavbe brez polnil .....	49
6.1.1 Analiza lastnega nihanja .....	50
6.1.2 Določitev faktorja obnašanja in projektni spekter .....	51
6.2 Idealiziran računski model nosilne konstrukcije stavbe z upoštevanjem polnil .....	53
6.3 Dimenzioniranje značilnih elementov .....	58
6.3.1 Upoštevani vplivi in kombinacije vplivov za potresna projektna stanja .....	58
6.3.2 Dimenzioniranje gred G1 in G2 .....	59
6.3.3 Dimenzioniranje stebra S1 .....	66
7 ZAKLJUČEK .....	73
VIRI .....	74

**KAZALO PREGLEDNIC**

Preglednica 01: Mehanske lastnosti betona v skladu z evrokod2.....	5
Preglednica 02: Mehanske lastnosti jekla za armiranje v skladu z evrokodi.....	6
Preglednica 03: Mehanske lastnosti opečnega zidovja .....	7
Preglednica 04: Lastna teža strehe.....	8
Preglednica 05: Lastna teža medetažne konstrukcije v stanovanjih.....	9
Preglednica 06: Lastna teža medetažne konstrukcije na območju hodnikov .....	9
Preglednica 07: Lastna teža stopnic .....	9
Preglednica 08: Lastna teža zunanje zidane stene .....	10
Preglednica 09: Lastna teža zidane stene ob dilataciji .....	10
Preglednica 10: Lastna teža notranje zidane stene debeline 30 cm.....	10
Preglednica 11: Lastna teža notranje zidane stene debeline 25 cm.....	11
Preglednica 12: Lastna teža notranje zidane stene debeline 20 cm.....	11
Preglednica 13: Lastna teža notranje zidane stene iz steklenih prizem.....	11
Preglednica 14: Karakteristične vrednosti koristne obtežbe na tleh, balkonih oziroma stopnicah površin stavb, uvrščenih v kategorijo A .....	12
Preglednica 15: Vrednosti oblikovnega koeficienta v odvisnosti od naklona strehe.....	13
Preglednica 16: Koeficienti zunanjega tlaka in zunanji tlak vetra na navpične stene pri delovanju vetra v smeri osi X.....	19
Preglednica 17: Koeficienti zunanjega tlaka in zunanji tlak vetra na dvokapno dvokapnico pri delovanju vetra v smeri osi X.....	20
Preglednica 18: Koeficienti zunanjega tlaka in zunanji tlak vetra na navpične stene pri delovanju vetra v smeri osi Y.....	22
Preglednica 19: Koeficienti zunanjega tlaka in zunanji tlak vetra na dvokapno streho pri delovanju vetra v smeri osi Y.....	23
Preglednica 20: Koeficienti notranjih tlakov in notranji tlaki vetra na ovoj stavbe.....	23
Preglednica 21: Neto tlaki na navpične stene pri delovanju vetra v smeri osi X (pozitivni notranji tlaki).....	26
Preglednica 22: Neto tlaki na navpične stene pri delovanju vetra v smeri osi X (negativni notranji tlaki).....	26
Preglednica 23: Neto tlaki vetra na strehi pri delovanju vetra v smeri osi X (pozitivni notranji tlaki) .....	27
Preglednica 24: Neto tlaki na navpične stene pri delovanju vetra v smeri osi Y (pozitivni notranji tlaki).....	27
Preglednica 25: Neto tlaki na navpične stene pri delovanju vetra v smeri osi Y (negativni notranji tlaki).....	27

Preglednica 26: Neto tlaki vetra na strehi pri delovanju vetra v smeri osi Y (pozitivni notranji tlaki) .....	27
Preglednica 27: Vrednosti koeficienta $\varphi$ , ki ga uporabimo pri računu mas posameznih etaž 29	
Preglednica 28: Upoštevana masa po posameznih etažah obravnavane stavbe .....	30
Preglednica 29: Delni varnostni faktorji za stalni in spremenljivi vpliv za osnovne kombinacije vplivov .....	32
Preglednica 30: Faktorji za kombinacijsko vrednost spremenljivega vpliva .....	33
Preglednica 31: Faktor za navidezno stalno vrednost spremenljivega vpliva.....	33
Preglednica 32: Kombinacije vplivov za obravnavano ploščo za mejna stanja nosilnosti .....	38
Preglednica 33: Primerjava potrebne količine armature na izbranih mestih v obravnavani medetažni plošči.....	45
Preglednica 34: Naključne ekscentričnosti mas v smeri osi X in Y po etažah.....	50
Preglednica 35: Nihajni časi in participacija mas idealiziranega računskega modela konstrukcije brez polnil .....	51
Preglednica 36: Karakteristike nadomestnih diagonal .....	55
Preglednica 37: Nihajni časi in participacija mas, idealiziranega računskega modela konstrukcije z upoštevanjem polnil .....	57
Preglednica 38: Kombinacija vplivov za vertikalne nosilne elemente za potresna projektna stanja .....	59
Preglednica 39: Karakteristike nadomestnih diagonal .....	55
Preglednica 39: Vrednosti upogibnih momentov za standardna in začasna ter potresna projektna stanja za gredi G1 in G2 .....	60
Preglednica 40: Prečne sile v gredi G1 in G2 po metodi načrtovanja nosilnosti za »+« in »-« smer potresnega delovanja .....	64



**KAZALO SLIK**

Slika 1: Pogled na stavbo z jugovzhodne smeri .....	2
Slika 2: Tloris tipične etaže .....	3
Slika 3: vzdolžni prerez stavbe .....	3
Slika 4: Prečni prerez stavbe .....	4
Slika 5: Odvisnost oblikovnega koeficienta obtežbe snega od naklona strešine (Slika 5.1, SIST EN 1991-1-3:2004) .....	13
Slika 6: Temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra $v_{b,0}$ (nacionalni dodatek k SIST EN 1991-1-4:2005) .....	15
Slika 7: Delovanje vetra v smeri osi X oziroma Y .....	16
Slika 8: Razporeditev tlakov vetra po višini pri delovanju vetra v smeri osi X (povzeto iz slike 7.4, SIST EN 1991-1-4:2005).....	18
Slika 9: Razdelitev stranskih sten na področja od A do C pri delovanju vetra v smeri osi X (povzeto iz slike 7.5, SIST EN 1991-1-4:2005).....	19
Slika 10: Razdelitev dvokapne strehe na področja od F do I pri delovanju vetra v smeri osi X (povzeto iz slike 7.8, SIST EN 1991-1-4:2005).....	20
Slika 11: Razporeditev tlakov vetra po višini privetrne strani pri delovanju vetra v smeri osi Y (povzeto iz slike 7.4, SIST EN 1991-1-4:2005).....	21
Slika 12: Razdelitev stranskih sten na področji A in B pri delovanju vetra v smeri osi Y (povzeto iz slike 7.5, SIST EN 1991-1-4:2005).....	21
Slika 13: Razdelitev dvokapne strehe na področja od F do J pri delovanju vetra v smeri osi Y (povzeto iz slike 7.8, SIST EN 1991-1-4:2005).....	22
Slika 14: Označitev ploskev ovoja stavbe pri računu sil trenja vetra.....	24
Slika 15: Referenčna površina pri trenju (Slika 7.22, SIST EN 1991-1-4:2005) .....	25
Slika 16: Različna usmerjenost notranjih tlakov na ovoj stavbe (Slika 5.1, SIST EN 1991-1-4:2005) .....	26
Slika 17: Projektni pospešek tal za ozemlje Slovenije (ARSO 2001) .....	28
Slika 18: Razporeditev stebrov po tlorisu medetažne plošče (dimenzije so v metrih) .....	35
Slika 19: 3D pogled na idealiziran računski model plošče pred avtomatsko generacijo mreže končnih elementov .....	36
Slika 20: 3D pogled na idealiziran računski model plošče po zgostitvi mreže končnih elementov .....	36
Slika 21: Deformirana lega medetažne konstrukcije zaradi vpliva lastne in stalne obtežbe ..	37
Slika 22: Različni načini razporeditve koristne obtežbe na plošči (povsod, šahovnica 1, šahovnica 2) .....	38
Slika 23: Ovojnica maksimalnih projektnih upogibnih momentov $m_{11}$ [kNm/m].....	39
Slika 24: Ovojnica maksimalnih projektnih upogibnih momentov $m_{22}$ [kNm/m].....	39

Slika 25: Ovojnica maksimalnih projektnih torzijskih momentov $m_{12}$ [kNm/m].....	40
Slika 26: Ovojnica minimalnih projektnih upogibnih momentov $m_{11}$ [kNm/m].....	40
Slika 27: Ovojnica minimalnih projektnih upogibnih momentov $m_{22}$ [kNm/m].....	41
Slika 28: Ovojnica minimalnih projektnih torzijskih momentov $m_{12}$ [kNm/m] .....	41
Slika 29: Ovojnica maksimalnih projektnih osnih sil $f_{11}$ [kN/m].....	42
Slika 30: Ovojnica maksimalnih projektnih osnih sil $f_{22}$ [kN/m].....	42
Slika 31: Ovojnica minimalnih projektnih osnih sil $f_{11}$ [kN/m].....	43
Slika 32: Ovojnica minimalnih projektnih osnih sil $f_{22}$ [kN/m].....	43
Slika 33: Izpis projektnih vrednosti upogibnih in torzijskih momentov v obravnavani medetažni plošči [kNm/m] .....	44
Slika 34: Potrebna količina spodnje armature v smeri osi X [m <sup>2</sup> /m] .....	45
Slika 35: Potrebna količina spodnje armature v smeri osi Y [m <sup>2</sup> /m] .....	46
Slika 36: Potrebna količina zgornje armature v smeri osi X [m <sup>2</sup> /m] .....	46
Slika 37: Potrebna količina zgornje armature v smeri osi Y [m <sup>2</sup> /m] .....	47
Slika 38: Skica potrebne količine vzdolžne armature v plošči na tipičnih mestih [cm <sup>2</sup> /m].....	47
Slika 39: Idealiziran prostorski računski model nosilne konstrukcije .....	49
Slika 40: Prve tri nihajne oblike idealiziranega računskega modela konstrukcije brez polnil (od leve proti desni) .....	50
Slika 41: Elastični in projektni spekter pospeškov za tip tal B in faktor obnašanja $q = 3,12$ ..	53
Slika 42: Geometrijske karakteristike polnila in nadomestne diagonale (Moretti, 2015).....	54
Slika 43: Geometrijske lastnosti polnil .....	54
Slika 44: Idealiziran prostorski računski model nosilne konstrukcije z nadomestnimi diagonalami .....	55
Slika 45: Razporeditev nadomestnih tlačnih diagonal v vzdolžni smeri konstrukcije (v osi 8)56	
Slika 46: Razporeditev nadomestnih tlačnih diagonal v prečni smeri konstrukcije (v osi T) ..	56
Slika 47: Prve tri nihajne oblike lastnega nihanja konstrukcije s polnili (od leve proti desni) .	57
Slika 48: Prikaz lege obravnavanih elementov vertikalne nosilne konstrukcije .....	58
Slika 49: Sodelujoča širina $b_{eff}$ pasnice gred, ki so vpete v stebre (povzeto po: Slika 5.5, SIST EN 1998-1:2005).....	59
Slika 50: Razporeditev vzdolžne armature v levem in desnem krajišču grede 1 in 2 .....	62
Slika 51: Interakcijski diagram mejne osno-upogibne odpornosti prečnega prereza v levem in desnem krajišču grede G1 in G2 (DIAS, Fischinger in sod., 1999).....	62
Slika 52: Prečne sile v gredah, določene s postopkom načrtovanja nosilnosti (povzeto po Slika 5.1, SIST EN 1998-1:2006) .....	63
Slika 53: Ovojnica projektnih osnih sil za steber S1 (kombinacija K1 za potresna projektna stanja).....	66

---

Slika 54: Ovojnica projektnih upogibnih momentov $M_{22}$ in $M_{33}$ za steber S1(kombinacija K1 za potresna projektna stanja) .....	67
Slika 55: Ovojnica projektnih upogibnih momentov $M_{22}$ in $M_{33}$ za steber S1(kombinacija K2 za potresna projektna stanja) .....	67
Slika 56: Razporeditev armature po prečnem prerezu stebra S1 ( $A_{s,dej} = 12,32 \text{ cm}^2$ ) .....	68
Slika 57: Interakcijski diagram osno-upogibne odpornosti prečnega prereza stebra S1 .....	68
Slika 58: Objetje betonskega prereza (povzeto po slika 5.7, SIST EN 1992-1:2006) .....	72

»Ta stran je namenoma prazna.«

## 1 UVOD

Projektiranje nosilne konstrukcije stavbe mora biti izvedeno tako, da pri delovanju vplivov, ne pride do porušitve, prevelikih deformacij, škode na drugih delih stavbe in škode na sosednjih objektih. V Sloveniji je od leta 2008 s sprejetjem pravilnika o mehanski odpornosti in stabilnosti, za projektiranje obvezna uporaba evrokod standardov.

Evrokodi so standardi, s katerimi se določajo načela in pravila za zagotovitev varnosti, uporabnosti in trajnosti objektov. V njih so opisane osnove za projektiranje in preverjanje. Evrokod standardi v osnovi niso obvezni, dokler to ne določi tehnični predpis ali kakšen podoben akt. Projektiranje po ostalih metodah je sicer dovoljeno, vendar le v primeru, da je dokazana stopnja zanesljivosti enakovredna ali boljša kot stopnja zanesljivosti, ki jo predpisujejo evrokodi.

Analizo konstrukcije izvedemo z uporabo ustreznega idealiziranega računskega modela konstrukcije ali njenega dela. Model mora biti takšen, da čim natančneje opiše dejansko obnašanje konstrukcije, ki jo obravnavamo. V analizi upoštevamo konstrukcijske, kakor tudi nekonstrukcijske elemente. V okviru analize računski model izpostavimo vplivom, za katere predvidevamo, da se bodo pojavili v življenjskem obdobju stavbe.

V diplomski nalogi se ukvarjamo z analizo in dimenzioniranjem elementov nosilne konstrukcije večstanovanjske stavbe. Diplomaska naloga poleg uvoda vsebuje še šest poglavij. V drugem poglavju predstavimo osnovne podatke o konstrukciji. Povzamemo jih iz obstoječe projektne dokumentacije. V tretjem poglavju ovrednotimo vplive, ki delujejo na konstrukcijo. Med te vplive sodijo lastna in stalna obtežba, koristna obtežba, obtežba snega, vpliv vetra ter potresni vpliv. V četrtem poglavju predstavimo načela projektiranja po metodi mejnih stanj ter prikažemo kombinacije vplivov za različna projektna stanja. V petem poglavju analiziramo in dimenzioniramo tipično medetažno konstrukcijo stavbe, kjer predstavimo tudi ustrezen idealiziran računski model. V šestem poglavju analiziramo vertikalno nosilno konstrukcijo stavbe ter prikažemo dimenzioniranje tipičnih nosilnih elementov po metodi načrtovanja nosilnosti. V zadnjem, t.j. sedmem poglavju, pa podajamo zaključke.

## 2 OSNOVNI PODATKI O KONSTRUKCIJI

### 2.1 Opis

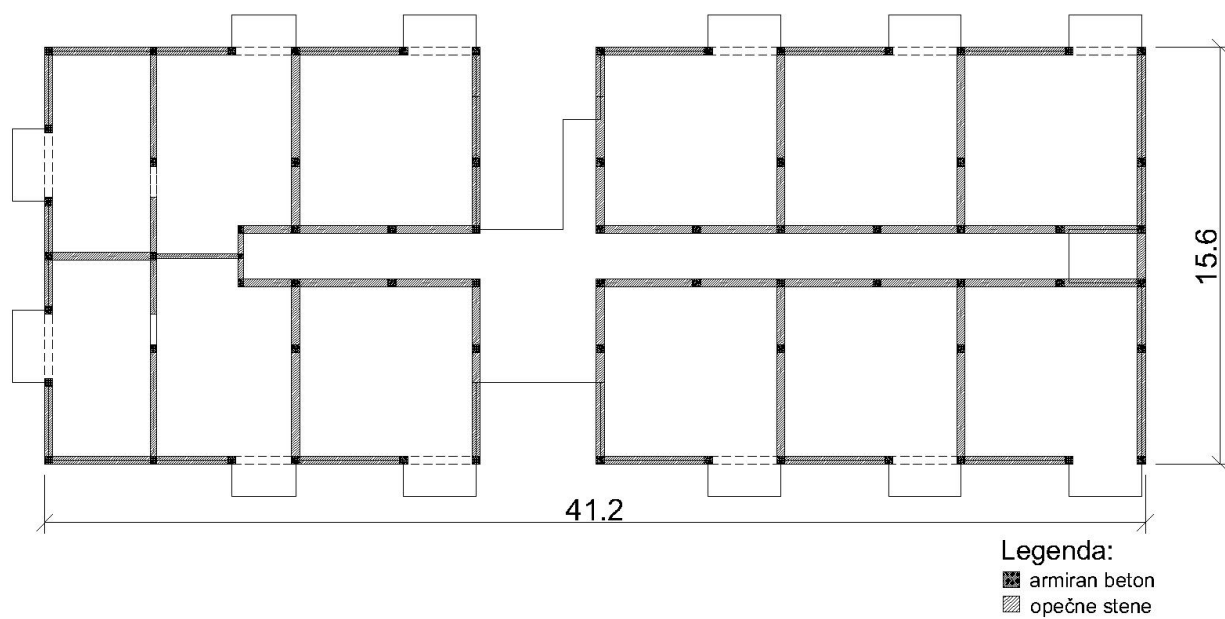
V diplomski nalogi obravnavamo večstanovanjsko stavbo J1 v Novem mestu. Objekt je bil zgrajen k že obstoječemu bloku. Deli ju dilatacija širine 8 cm. Tlorisne dimenzije obravnavane stavbe znašajo 41,2 x 15,6 m, v višino pa meri 17,1 m. Višinska delitev stavbe zajema klet, pritličje, tri nadstropja in tlorisno nekoliko zmanjšano mansardo (6 etaž). Streha je dvokapna z naklonom strešine 30°, nosilna konstrukcija strehe pa je lesena. Nosilna konstrukcija stavbe je zasnovana kot prostorska armiranobetonska (AB) okvirna konstrukcija z 20 cm debelini obodnimi AB stenami v kleti, ki je delno vkopana v zemljo. Medetažne plošče so armiranobetonske in so debeline 16 cm. Dimenzije prečnih prerezov stebrov znašajo 30 x 30 cm, 30 x 20 cm in 20 x 20 cm, nekateri stebri v kletni in pritlični etaži so dimenzij 50 x 30 cm in 50 x 20 cm, dimenzije nosilcev med stebri, ki potekajo pod ploščo pa znašajo 30 x 43 cm, 25 x 43 cm in 20 x 43 cm. Nekateri okvirji so zapolnjeni z zidanimi polnili, za katere so bili uporabljeni opečni zidaki debeline 29 cm oziroma 19 cm, kot vezivo pa apneno-cementna malta. Konstrukcija je temeljena na pasovnih temeljih sestavljenih iz temeljnih pet ter temeljnega nastavka. Na sliki 1 prikazujemo pogled na vzhodno in južno fasado obravnavane stavbe.



Slika 1: Pogled na stavbo z jugovzhodne smeri

### 2.2 Arhitekturne podloge

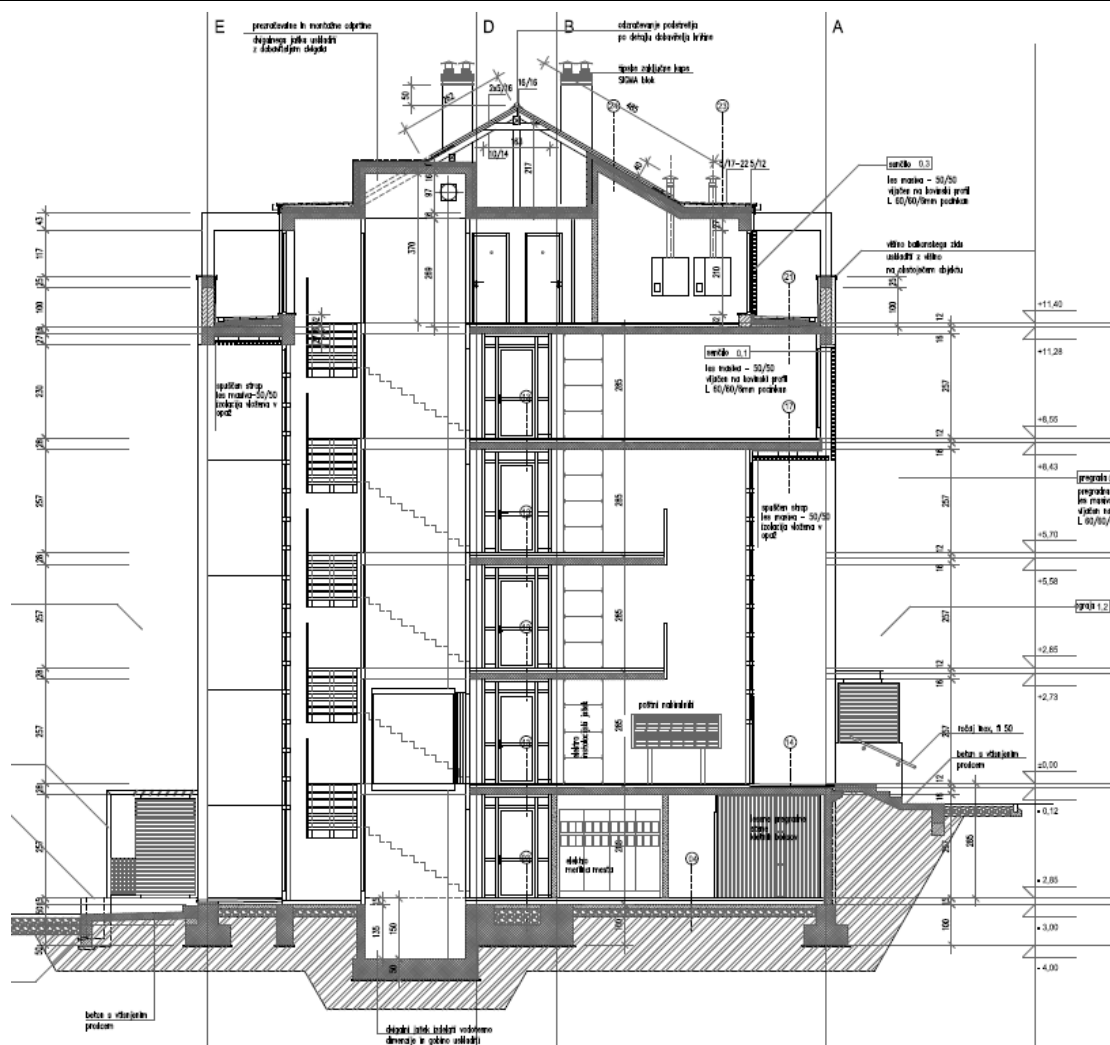
Na sliki 2 prikažemo tloris tipične etaže obravnavane večstanovanjske stavbe. Iz tlorisa je lepo razvidna razporeditev AB stebrov in opečnih polnil. Na sliki 3 prikažemo še vzdolžni, na sliki 4 pa prečni prerez stavbe.



Slika 2: Tloris tipične etaže



Slika 3: Vzdolžni prerez stavbe



Slika 4: Prečni prerez stavbe

## 2.3 Uporabljeni materiali

Podatke o uporabljenih materialih razberemo iz tehničnega poročila v projektni dokumentaciji za obravnavano večstanovanjsko stavbo.

### 2.3.1 Beton

Iz projektne dokumentacije ugotovimo, da je bila nosilna konstrukcija stavbe dimenzionirana še po Pravilniku za beton in armiran beton (PBAB). Pri tem je bil beton uvrščen v trdnostne razrede MBxx, kjer xx označuje karakteristično tlačno trdnost 28 dni starega betona v MPa, izmerjeno na kocki s stranico 20 cm. V nalogi za trdnostne razrede uporabimo nove oznake po evrokod standardih (npr. C12/15), kjer prva vrednost predstavlja karakteristično tlačno trdnost 28 dni starega betona v MPa, izmerjeno na valju s premerom 15 cm, druga vrednost pa tlačno trdnost, izmerjeno na kocki s stranico 15 cm. To pomeni, da moramo betonu, označenemu po starih predpisih, poiskati ustrezno oznako po evrokod standardih in sicer tako, da bosta betona primerljiva po mehanskih karakteristikah.

Iz dokumentacije razberemo, da so za različne nosilne elemente uporabili betone različnih trdnostnih razredov, in sicer za temeljenje beton marke MB25 (enakovreden betonu C20/25), za medetažne plošče, okvirje in stene v kleti MB30 (enakovreden betonu C25/30) in za nekatere stebre v kletni etaži MB40 (enakovreden betonu C30/37). V preglednici 1 zberemo



osnovne mehanske lastnosti uporabljenih betonov in sicer v skladu s standardom **(SIST EN 1992-1-1:2005)**.

Preglednica 1: Mehanske lastnosti betona v skladu z evrokod2

Trdnostni razred betona	PBAB	MB25	MB30	MB40
	Evrokod	C20/25	C25/30	C30/37
$f_{ck}$	[kN/cm <sup>2</sup> ]	2,0	2,5	3,3
$f_{ck,cube}$	[kN/cm <sup>2</sup> ]	2,5	3,0	3,7
$f_{ctm}$	[kN/cm <sup>2</sup> ]	0,22	0,26	0,29
$f_{ctk,0,05}$	[kN/cm <sup>2</sup> ]	0,15	0,18	0,20
$E_{cm}$	[kN/cm <sup>2</sup> ]	3000	3100	3300
$\nu$	/	0,2	0,2	0,2
$\gamma_c$	[kN/m <sup>3</sup> ]	25	25	25

V preglednici 1 je  $f_{ck}$  karakteristična tlačna trdnost 28 dni starega betona, izmerjena na valju,  $f_{ck,cube}$  karakteristična tlačna trdnost 28 dni starega betona izmerjenega na kocki,  $f_{ctm}$  srednja vrednost natezne trdnosti betona,  $f_{ctk,0,05}$  karakteristična vrednost natezne trdnosti betona (na podlagi 5% fraktile),  $E_{cm}$  srednja vrednost sekantnega modula elastičnosti,  $\nu$  Poissonov količnik ter  $\gamma_c$  prostorninska teža armiranega betona.

### 2.3.1.1 Krovni sloj betona

Člen 4.4.1(1)P iz standarda **(SIST EN 1992-1-1:2005)** določa, da mora konstrukcija izpolnjevati zahteve glede uporabnosti, trdnosti in stabilnosti v celotni projektni življenjski dobi brez občutne izgube funkcionalnosti in pretiranega nepredvidenega vzdrževanja, pri tem pa mora zahtevana zaščita konstrukcije upoštevati njeno predvideno uporabo, projektno življenjsko dobo, program vzdrževanja in vplive. V členu 4.2(1)P je navedeno, da je konstrukcija poleg mehanskih vplivov izpostavljena tudi kemičnim in fizikalnim vplivom. Preglednica 4.1 v standardu razvršča stavbe v razrede izpostavljenosti glede na pogoje okolja. Stanovanjski objekt, ki ga obravnavamo v diplomski nalogi, uvrstimo v razred izpostavljenosti XC1. Okolje v katerem se stavba nahaja je tako suho ali trajno mokro, beton pa se nahaja v stavbi z nizko vlažnostjo zraka. Skladno s členom 4.4.1(4) je zapisano, da je protikorozijska zaščita jeklene armature odvisna od gostote, kakovosti in debeline krovnega sloja betona in od razpok. Gostota in kakovost krovnega sloja se dosežeta z omejitvijo največjega vodocementnega razmerja in najmanjše količine cementa. Izračun potrebne debeline krovnega sloja prikažemo v nadaljevanju.

Krovni sloj betona je razdalja površine armature, ki je najbližja betonski površini, do te betonske površine. Nazivni krovni sloj betona  $c_{nom}$  določimo s pomočjo naslednjega izraza:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} \quad (2.1)$$

Pri tem je  $c_{min}$  najmanjša debelina krovnega sloja,  $\Delta c_{dev}$  pa je dovoljeno projektno odstopanje. Najmanjša debelina krovnega sloja je potrebna za varen prenos sidrnih sil, ustrezno požarno odpornost in zaščito jekla proti koroziji in je določena z enačbo:

$$c_{\min} = \max\{c_{\min,b}; c_{\min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm}\}. \quad (2.2)$$

V enačbi (2.2) je  $c_{\min,b}$  najmanjša debelina krovne sloja glede na zahtevane sprijemnosti,  $c_{\min,dur}$  najmanjša debelina krovne sloja glede na pogoje okolja,  $\Delta c_{dur,\gamma}$  dodatni varnostni faktor,  $\Delta c_{dur,st}$  zmanjšanje najmanjše debeline krovne plasti pri uporabi nerjavnega jekla in  $\Delta c_{dur,add}$  zmanjšanje najmanjše debeline krovne plasti pri uporabi dodatne zaščite. V nadaljevanju podajamo vrednosti posameznih parametrov, ki nastopajo v izrazu (2.2).

V primeru posamične razvrstitve palic je najmanjša debelina krovne sloja  $c_{\min,b}$  omejena s premerom posamezne palice in sicer:

$$c_{\min,b} \leq \varnothing_{\text{palice}}. \quad (2.3)$$

Najmanjša debelina krovne sloja glede na pogoje okolja  $c_{\min,dur}$  je v standardu **(SIST EN 1992-1-1:2005)** podana v preglednici 4.4. Odvisna je od razreda izpostavljenosti in razreda konstrukcije. Kot smo že predhodno omenili, obravnavano stavbo uvrstimo v razred izpostavljenosti XC1, ter v razred konstrukcije S4 (projektna življenjska doba objekta je 50 let). Glede na izbrane razrede iz preglednice 4.4N v standardu odčitamo, najmanjšo debelino krovne sloja, ki je  $c_{\min,dur} = 15 \text{ mm}$ .

Za vrednosti parametrov  $\Delta c_{dur,\gamma}$ ,  $\Delta c_{dur,st}$  in  $\Delta c_{dur,add}$  je na podlagi nacionalnega dodatka k standardu **(SIST EN 1992-1-1:2005)** priporočena vrednost 0 mm. Prav tako je v nacionalnem dodatku podana priporočena vrednost dovoljenega projektne odstopanja  $\Delta c_{dev}$ , ki znaša 10 mm.

Ob predpostavki, da premer palic ne bo večji od 14 mm, najmanjšo debelino krovne sloja izračunamo s pomočjo enačbe (2.2) in znaša:

$$c_{\min} = \max\{14 \text{ mm}; 15 \text{ mm}; 10 \text{ mm}\} = 15 \text{ mm}. \quad (2.4)$$

Nazivni krovni sloj betona za vse nosilne elemente obravnavane konstrukcije je torej (glej enačbo (2.1)):

$$c_{\text{nom}} = 15 \text{ mm} + 10 \text{ mm} = 25 \text{ mm}.$$

### 2.3.2 Jeklo za armiranje

Iz tehničnega poročila objekta razberemo, da sta bila za armiranje uporabljena dva tipa armature. Za armiranje armaturnih plošč sta bili uporabljeni armaturi tipa MAG 500/600 in RA 400/500. Prav tako je bila armatura tipa RA 400/500 uporabljena za armiranje AB okvirjev. Tudi v tem primeru moramo armaturi, označeni po starih predpisih, poiskati ustrezno oznako po evrokod standardih, in sicer tako, da bosta primerljivi po mehanskih karakteristikah. Tipu armature MAG 500/600 tako po karakteristikah ustreza jeklo tipa S500, tipu armature RA 400/500 pa jeklo S400. Osnovne mehanske lastnosti jekla za armiranje zberemo v preglednici 2.

Preglednica 2: Mehanske lastnosti jekla za armiranje v skladu z evrokodi

Karakteristike jekla	PBAB	MA 500/600	RA 400/500
	Evrokod	S 500	S400
$f_{yk}$	[kN/cm <sup>2</sup> ]	50	40
$f_{tk}$	[kN/cm <sup>2</sup> ]	60	50
$E_s$	[kN/cm <sup>2</sup> ]	20000	20000
$\gamma_s$	[kN/m <sup>3</sup> ]	7800	7800

Pomen spremenljivk iz preglednice 2 je sledeč:  $f_{yk}$  je karakteristična vrednost napetosti na meji tečenja jekla,  $f_{tk}$  je karakteristična natezna trdnost,  $E_s$  je modul elastičnosti jekla,  $\nu_s$  Poissonov količnik jekla in  $\gamma_s$  prostorninska teža jekla za armiranje.

### 2.3.3 Opečna polnila

Kot smo že zapisali v podpoglavju 2.1, so nekateri AB okvirji zapolnjeni z zidanimi polnili. Pri tem so bili uporabljeni opečni modularni bloki debeline 29 cm oziroma debeline 19 cm. Osnovne mehanske lastnosti zidovja določimo v skladu z določili iz standarda **(SIST EN 1996-1-1:2006)** ter priporočili prof. Tomaževiča **(Tomaževič, 2009)** ter jih prikažemo v preglednici.

Preglednica 3: Mehanske lastnosti opečnega zidovja

Karakteristike zidovja		
$f_b$	15	[MPa]
$f_m$	5	[MPa]
$f_k$	0,45	[kN/cm <sup>2</sup> ]
$f_{tk}$	0,02	[kN/cm <sup>2</sup> ]
$E$	450	[kN/cm <sup>2</sup> ]
$G$	50	[kN/cm <sup>2</sup> ]

Pri tem je  $f_b$  normalizirana povprečna tlačna trdnost zidakov,  $f_m$  je tlačna trdnost malte,  $f_k$  je karakteristična tlačna trdnost zidovja,  $f_{tk}$  je karakteristična natezna trdnost zidovja,  $E$  elastični modul in  $G$  strižni modul zidovja.

### 2.3.4 Les

Lesena strešna konstrukcija je izvedena iz smrekovega lesa II. kategorije, kar po evrokod standardih ustreza kvaliteti lesa C24. Prostorninska teža lesa kvalitete C24 znaša 420kg/m<sup>3</sup>. Nosilnost strešne konstrukcije v sklopu diplomskega dela ne preverjamo.

### 3 VPLIVI NA KONSTRUKCIJO

Skladno s členom 4.1.1 v standardu **(SIST EN 1990:2004)** razvrstimo vplive na konstrukcijo glede na časovno spremenljivost na sledeč način:

- stalni vplivi (G), npr. lastna teža, pritrjena oprema, posredni vplivi zaradi krčenja in neenakih posedkov temeljev,
- spremenljivi vplivi (Q), npr. koristna obtežba stropov stavb, nosilcev in streh, vplivi vetra na ovoj stavbe, obtežba snega,
- nezgodni vplivi (A), npr. eksplozije, požar, trčenje vozil in
- vpliv potresa ( $A_E$ ).

V nadaljevanju natančneje predstavimo posamezne vplive, ki jim je izpostavljena obravnavana stavba.

#### 3.1 Stalni vplivi

Velikost stalnega vpliva ovrednotimo s pomočjo pravil iz standarda **(SIST EN 1991-1-1:2004)**. Med stalne vplive prištevamo lastno in stalno težo konstrukcijskih (plošče, stebri, nosilci) in nekonstrukcijskih elementov (tlaki, hidroizolacija, toplotna izolacija, kritina, opaž, ograje, predelne stene...). Lastna teža je stalni in nepomični vpliv, kar pomeni, da se njena velikost tekom življenjske dobe objekta ne spreminja, oz. so spremembe zanemarljivo majhne. V nadaljevanju ovrednotimo stalne vplive za posamezne konstrukcijske sklope.

##### 3.1.1 Streha

Preglednica 4: Lastna teža strehe

Streha	Debelina [cm]	Specifična prostorninska teža [ $\text{kN/m}^3$ ]	Lastna teža [ $\text{kN/m}^2$ ]
Trapezna pločevina	0,2	78	0,16
Slemenska lega	16	4,2	0,67
Kapni legi	16	4,2	0,67
Špirovci (e=100 cm)	10	4,2	0,06
Ekspandiran polistiren	5	0,32	0,02
AB plošča	16	25	4,00
<b>SKUPAJ</b>			<b>5,6 <math>\text{kN/m}^2</math></b>

##### 3.1.2 Medetažna konstrukcija

Lastna teža medetažne konstrukcije se spreminja zaradi finalne obdelave. V območju stanovanj je finalna obloga lamelni parket, na območju hodnikov pa teraco plošče. V preglednici 5 prikazujemo lastno težo medetažne konstrukcije v območju stanovanj, v preglednici 6 pa na območju hodnikov.

*Preglednica 5: Lastna teža medetažne konstrukcije v stanovanjih*

<b>Območje stanovanj</b>	<b>Debelina [cm]</b>	<b>Specifična prostorninska teža [kN/m<sup>3</sup>]</b>	<b>Lastna teža [kN/m<sup>2</sup>]</b>
Lamelni parket	2	7	0,14
Cementni estrih	5	24	1,20
PVC folija	0	0	0,00
Ekspandiran polistiren	5	0,32	0,02
AB plošča	16	25	4,00
<b>SKUPAJ</b>			<b>5,4 kN/m<sup>2</sup></b>

*Preglednica 6: Lastna teža medetažne konstrukcije na območju hodnikov*

<b>Območje hodnikov</b>	<b>Debelina [cm]</b>	<b>Specifična prostorninska teža [kN/m<sup>3</sup>]</b>	<b>Lastna teža [kN/m<sup>2</sup>]</b>
Teraco plošče	2	24	0,48
Cementni estrih	5	24	1,20
PVC folija	0	0	0,00
Ekspandiran polistiren	5	0,32	0,02
AB plošča	16	25	4,00
<b>SKUPAJ</b>			<b>5,7 kN/m<sup>2</sup></b>

### 3.1.3 Stopnice

Stopnice v obravnavani stavbi so postavljene okoli dvigalnega jaška. Nosilna konstrukcija stopnic je izvedena iz treh jeklenih škatlastih nosilcev dimenzij  $b/h/t = 100/160/4$  mm, na katere so položene teraco plošče debeline 5 cm. V preglednici 7 prikazemo lastno težo stopnic na enoto površine, pri analizi pa lastno težo upoštevamo na enoto dolžine [kN/m], in sicer kot akcijo na prosti rob AB površine.

*Preglednica 7: Lastna teža stopnic*

<b>Stopnice</b>	<b>Debelina [cm]</b>	<b>Specifična prostorninska teža [kN/m<sup>3</sup>]</b>	<b>Lastna teža [kN/m<sup>2</sup>]</b>
Teraco plošče	5	24	1,20
Jekleni škatlasti profili (e=60 cm)	12	78	0,47
<b>SKUPAJ</b>			<b>1,7 kN/m<sup>2</sup></b>

### 3.1.4 Nenosilne opečne stene

Opečne stene večinoma nastopajo kot polnila v AB okvirjih, saj je nosilna konstrukcija obravnavane stavbe zasnovana kot AB prostorski okvirni sistem. Takšna polnila upoštevamo

kot nekonstrukcijski element. Tako je v preglednici 8 je navedena teža zidane stene na fasadi, v preglednici 9 teža zidane stene ob dilataciji, v preglednicah 10 do 12 pa teže notranjih zidanih sten treh različnih debelin.

*Preglednica 8: Lastna teža zunanje zidane stene*

Zunanja stena (d=30)	Debelina [cm]	Specifična prostorninska teža [kN/m <sup>3</sup> ]	Lastna teža [kN/m <sup>2</sup> ]
Zaključni omet	0,2	24	0,05
Ekspandiran polistiren	15	0,32	0,05
Opeka	29	9,50	2,76
Omet	2,5	18	0,45
<b>SKUPAJ</b>			<b>3,3 kN/m<sup>2</sup></b>

*Preglednica 9: Lastna teža zidane stene ob dilataciji*

Zunanja stena med stavbama (d=30)	Debelina [cm]	Specifična prostorninska teža [kN/m <sup>3</sup> ]	Lastna teža [kN/m <sup>2</sup> ]
opeka	29	9,50	2,76
omet	2,5	18	0,45
<b>SKUPAJ</b>			<b>3,21 kN/m<sup>2</sup></b>

*Preglednica 10: Lastna teža notranje zidane stene debeline 30 cm*

Predelna stena (d=30)	Debelina [cm]	Specifična prostorninska teža [kN/m <sup>3</sup> ]	Lastna teža [kN/m <sup>2</sup> ]
Omet	2,5	18	0,45
Opeka	29	9,50	2,76
Omet	2,5	18	0,45
<b>SKUPAJ</b>			<b>3,66 kN/m<sup>2</sup></b>

Preglednica 11: Lastna teža notranje zidane stene debeline 25 cm

Predelna stena (d=25)	Debelina [cm]	Specifična prostorninska teža [kN/m <sup>3</sup> ]	Lastna teža [kN/m <sup>2</sup> ]
Omet	2,5	18	0,45
Opeka	24	9,38	2,25
Omet	2,5	18	0,45
<b>SKUPAJ</b>			<b>3,15 kN/m<sup>2</sup></b>

Preglednica 12: Lastna teža notranje zidane stene debeline 20 cm

Predelna stena (d=20)	Debelina [cm]	Specifična prostorninska teža [kN/m <sup>3</sup> ]	Lastna teža [kN/m <sup>2</sup> ]
Omet	2,5	18	0,45
Opeka	19	9,25	1,76
Omet	2,5	18	0,45
<b>SKUPAJ</b>			<b>2,66 kN/m<sup>2</sup></b>

### 3.1.5 Mavčno-kartonaste predelne stene

V stanovanjih se nahajajo tudi mavčno-kartonske predelne stene. Ker gre za lahke predelne stene in njihova izvedba običajno odvisna od uporabnikov, smo njihov vpliv upoštevali z nadomestno koristno obtežbo (glej podpoglavje 3.2).

### 3.1.6 Predelna stena iz steklenih prizem

V preglednici 13 podajamo težo predelne stene iz steklenih prizem, ki ločuje svetlobni jašek in hodnik.

Preglednica 13: Lastna teža notranje zidane stene iz steklenih prizem

Steklena prizma (d=10)	Debelina [cm]	Specifična prostorninska teža [kN/m <sup>3</sup> ]	Lastna teža [kN/m <sup>2</sup> ]
Steklena prizma	10	14	1,40
<b>SKUPAJ</b>			<b>1,40 kN/m<sup>2</sup></b>

## 3.2 Koristna obtežba

Koristno obtežbo ovrednotimo na podlagi določil iz standarda (**SIST EN 1991-1-1:2004**). Koristna obtežba v stavbah izvira iz namena uporabe in njena vrednost vključuje:

- običajno uporabo za ljudi,
- pohištvo in premične stvari,

- vozila,
- predvidene redke dogodke, kot so koncentracija ljudi ali pohišтва ali premikanje ali kopičenje stvari v primeru reorganizacije ali pleskanja.

Koristno obtežbo modeliramo kot enakomerno porazdeljene ploskovne, linijske ali koncentrirane obtežbe ali kot kombinacijo naštetih. Površino v stavbi razdelimo na kategorije od A do K in sicer glede na njihovo predvideno uporabo. Tako vse medetažne prostore uvrstimo v kategorijo A, kamor spadajo bivalni prostori. V preglednici 14 prikažemo karakteristične vrednosti za enakomerno porazdeljeno oziroma koncentrirano obtežbo glede na podkategorijo površine. Vrednosti so privzete iz Preglednice 6.2 iz standarda **(SIST EN 1991-1-1:2004)**. Priporočene vrednosti so podčrtane.

*Preglednica 14: Karakteristične vrednosti koristne obtežbe na tleh, balkonih oziroma stopnicah površin stavb, uvrščenih v kategorijo A*

Kategorija površin		$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
A	tla na splošno	1,5 do <u>2,0</u>	<u>2,0</u> do 3,0
	stopnice	<u>2,0</u> do 4,0	<u>2,0</u> do 4,0
	balkoni	<u>2,5</u> do 4,0	<u>2,0</u> do 3,0

Streha obravnavane stavbe je nepohodna, zato jo skladno z določili iz standarda uvrstimo v kategorijo H. V to kategorijo spadajo strehe, dostopne le za normalno vzdrževanje in popravila. Karakteristična vrednost porazdeljene koristne obtežbe je za nepohodne strehe med 0,0 in 1,0 kN/m<sup>2</sup>. Upoštevamo priporočljivo vrednost, ki je 0,4 kN/m<sup>2</sup>.

Dodatno nam standard SIST EN 1991-1-1:2004 v členu 6.3.1.2(8) omogoča, da predelne stene, katerih lastna teža ne presega 3,0 kN/m, upoštevamo z nadomestno enakomerno porazdeljeno ploskovno obtežbo  $q_k$ , ki jo prištejemo koristni obtežbi tal. Velikost nadomestne obtežbe določimo v odvisnosti od lastne teže predelne stene in sicer na sledeč način:

- lastna teža predelne stene  $\leq 1,0$  kN/m  $\rightarrow q_k = 0,5$  kN/m<sup>2</sup>,
- lastna teža predelne stene  $\leq 2,0$  kN/m  $\rightarrow q_k = 0,8$  kN/m<sup>2</sup>,
- lastna teža predelne stene  $\leq 3,0$  kN/m  $\rightarrow q_k = 1,2$  kN/m<sup>2</sup>,

Pri obravnavani stavbi je teža opečnih sten, ki so izvedene kot polnilo v okvirjih, precej večja od 3,0 kN/m, zato moramo njihov vpliv upoštevati na mestu in smeri delovanja. Le lastna teža mavčno-kartonastih predelnih sten je manjša od 3,0 kN/m, zato lahko njeno težo nadomestimo z enakomerno porazdeljeno ploskovno obtežbo. Teža stene na enoto površine je 0,67 kN/m<sup>2</sup>. Ob upoštevanju svetle etažne višine 2,69 m lahko izračunamo težo mavčno-kartonaste stene na enoto dolžine, ki je:

$$g_s = 0,67 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 2,69 \text{ m} = 1,80 \text{ kN/m.} \quad (3.1)$$

Tako velikost nadomestne koristne obtežbe znaša 0,8 kN/m<sup>2</sup> in jo prištejemo h karakteristični vrednosti koristne obtežbe za območje stanovanj.

Iz projektne dokumentacije ne moremo razbrati konstrukcijsko zasnovo ograje na balkonih. Zato v okviru analize predpostavimo, da je lastna teža ograje manjša od 1,0 kN/m, tako da



njeno težo nadomestimo z dodatno koristno obtežbo  $0,5 \text{ kN/m}^2$ , ki jo prištejemo h koristni obtežbi balkonov, tako da znaša skupna karakteristična vrednost koristne obtežbe na balkonih  $3,0 \text{ kN/m}^2$ .

### 3.3 Obtežba snega

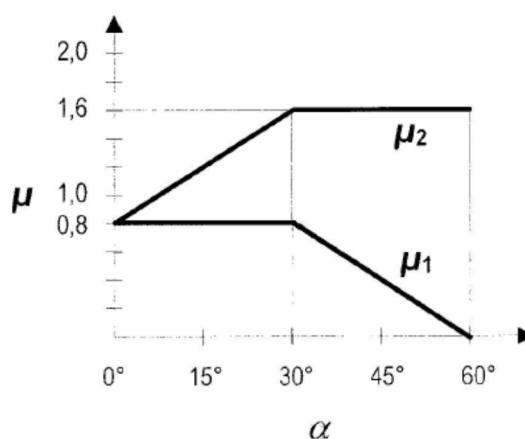
Pri ovrednotenju obtežbe snega za obravnavano stavbo upoštevamo določila iz standarda **(SIST EN 1991-1-3:2004)**. Sneg oz. njegov vpliv upoštevamo kot spremenljivo nepomično obtežbo. Na velikost in razporeditev obtežbe snega vpliva več dejavnikov, kot so oblika strehe, hrapavost površine, količina toplote, generirane pod njo, toplotne lastnosti, teren v okolici, sosednje stavbe, temperaturne razmere, prevetrenost in verjetnost padavin.

Pri analizi moramo skladno s **(SIST EN 1991-1-3:2004)** upoštevati dve osnovni porazdelitvi obtežbe snega in sicer, nakopičeno in nenakopičeno obtežbo. Oba primera delujeta v navpični smeri in se nanašata na vodoravno projekcijo strešne površine. Za določitev obtežbe snega na strehi obravnavane stavbe uporabimo naslednji izraz:

$$s = \mu_1 C_e C_t s_k. \quad (3.2)$$

V enačbi (3.2) je  $\mu_1$  oblikovni koeficient obtežbe snega,  $s_k$  je karakteristična obtežba snega na tleh,  $C_e$  je koeficient izpostavljenosti,  $C_t$  pa toplotni koeficient.

Za vrednost koeficienta izpostavljenosti se v primeru običajnega terena upošteva vrednost 1,0. Tudi za toplotni koeficient upoštevamo vrednost 1,0, saj je streha obravnavane stavbe dobro izolirana in se sneg ne bo topil zaradi velikih toplotnih izgub. Odvisnost oblikovnega koeficienta od naklona strešin pri ravnih, enokapnih oziroma dvokapnih stregah pa prikazujemo na sliki 5. Vrednosti koeficienta so podane tudi v preglednici 15. V izračunih upoštevamo koeficient  $\mu_1$ .



Slika 5: Odvisnost oblikovnega koeficienta obtežbe snega od naklona strešine (Slika 5.1, SIST EN 1991-1-3:2004)

Preglednica 15: Vrednosti oblikovnega koeficienta v odvisnosti od naklona strehe

Nagib strehe $\alpha$	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8(60-\alpha)/30$	0,0
$\mu_2$	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	-

Streha obravnavne stavbe je dvokapna z naklonom strešine  $30^\circ$ . Tako je vrednost koeficienta  $\mu_i$  na obeh strešinah enaka 0,8. To velja za primer nenakopičenega snega. V primeru nakopičenega snega pa moramo na eni izmed strešin vrednost oblikovnega koeficienta zmanjšati za polovico, t.j. na vrednost 0,4, na drugi strešini pa vrednosti ne spreminjamo.

Karakteristična obtežba snega na tleh  $s_k$  je odvisna od cone v kateri se nahaja obravnavana stavba, ter od nadmorske višine. Cono ter izraz za račun obtežbe snega na tleh določimo s pomočjo karte, ki se nahaja v nacionalnem dodatku k standardu (**SIST EN 1991-1-3:2004**). Na tej karti je območje Slovenije razdeljeno na 5 con. Novo mesto, kjer se nahaja obravnavana stavba, leži v coni A2, pripadajoča nadmorska višina pa je  $A = 202$  m. Izraz za račun karakteristične obtežbe snega na tleh pa je sledeč:

$$s_k = 1,935 \left[ 1 + \left( \frac{A}{728} \right)^2 \right] = 1,935 \left[ 1 + \left( \frac{202}{728} \right)^2 \right] = 2,08 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}. \quad (3.3)$$

Torej obtežba snega na tleh znaša  $2,08 \text{ kN/m}^2$ , obtežba snega na strehi pa v primeru nenakopičenega snega  $s = 1,66 \text{ kN/m}^2$  (glej enačbo (3.2)), v primeru nakopičenega snega pa na eni strešini  $s_1 = 1,66 \text{ kN/m}^2$ , na drugi strešini pa  $s_2 = 0,83 \text{ kN/m}^2$ .

### 3.4 Obtežba vetra

Vpliv vetra na ovoj stavbe ovrednotimo skladno z določili iz standarda (**SIST EN 1991-1-4:2005**), kjer je veter predstavljen s poenostavljeno skupino tlakov in sil, katere učinki so enakovredni skrajnim učinkom turbolentnega vetra. Skladno s točko 3 iz standarda obravnavamo vpliv vetra kot spremenljiv nepomični vpliv. Le-ta se časovno spreminja in kot tlak deluje neposredno na zunanji ovoj stavbe in sicer pravokotno na površine. Posredno deluje veter tudi na notranje površine zaradi propustnosti ovoja. V kolikor veter piha preko večjih površin, je pomembna tudi trenjska sila vetra, ki učinkuje tangencialno na površino ovoja stavbe. Vplivi vetra so karakteristične vrednosti, določene z osnovnimi vrednostmi hitrosti ali tlakov vetra. Osnovne vrednosti so v skladu s točko 4.1.2 7(P) iz standarda (**SIST EN 1990:2004**) karakteristične vrednosti z letno verjetnostjo prekoračitve 0,02 kar je enakovredno srednji povratni dobi 50 let.

#### 3.4.1 Osnovne vrednosti

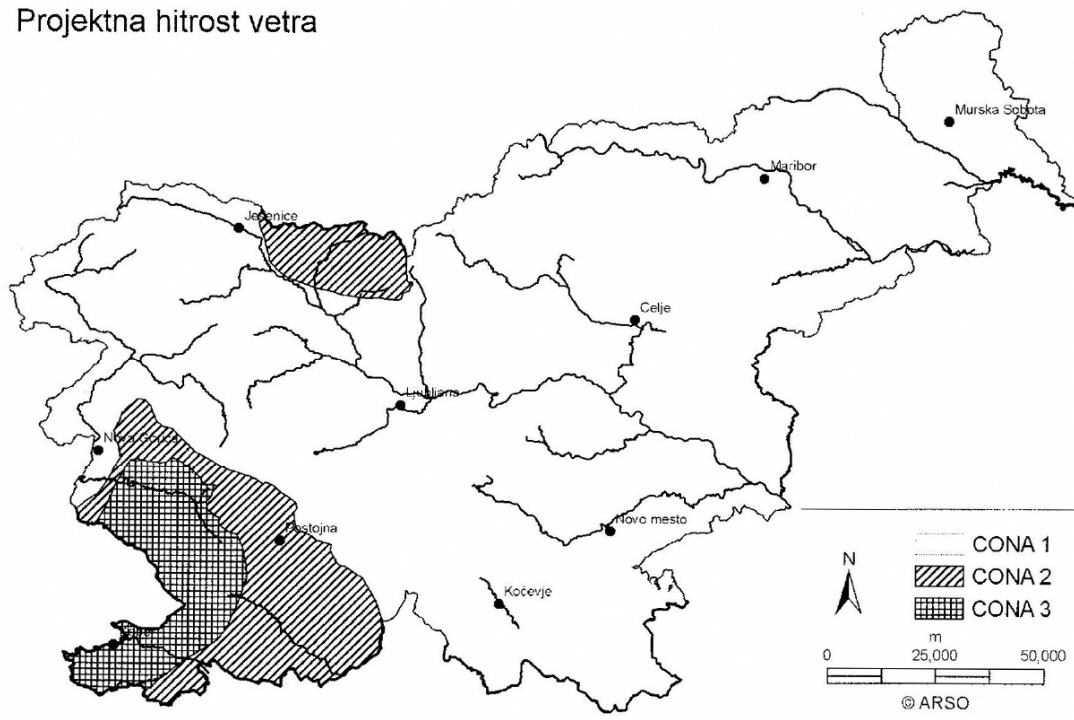
Hitrost in tlak vetra sta sestavljena iz srednje in nestalne komponente. Osnovno hitrost vetra  $v_b$  izračunamo s pomočjo enačbe (3.4), ki je povzeta po standardu (**SIST EN 1991-1-4:2005**):

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}. \quad (3.4)$$

Osnovna hitrost vetra je odvisna od smernega faktorja  $c_{dir}$ , faktorja letnega časa  $c_{season}$  in temeljne vrednosti osnovne hitrosti vetra  $v_{b,0}$ . Vrednosti smernega faktorja in faktorja letnega časa sta določeni v nacionalnem dodatku k standardu (**SIST EN 1991-1-4:2005**), skladno s katerim upoštevamo za oba faktorja priporočljivi vrednosti 1,0. Temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra je definirana kot 10-minutna srednja hitrost vetra, na višini 10 m nad odprtim terenom, neodvisno od smeri in letnega časa. Teren mora biti obdan z nizkim rastlinjem in posameznimi ovirami, ki pa morajo biti v oddaljenosti najmanj 20-kratnika višine objekta. Temeljna vrednost osnovne hitrost vetra je prav tako podana v nacionalnem dodatku in sicer

grafično kot to prikazujemo na sliki 6 (Slika 1 v nacionalnem dodatku k standardu **(SIST EN 1991-1-4:2005)**).

### Projektna hitrost vetra



Slika 6: Temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra  $v_{b,0}$  (nacionalni dodatek k SIST EN 1991-1-4:2005)

Območje republike Slovenije je razdeljeno na 3 cone. Za vsako cono je v dodatku k standardu navedena temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra, pri čemer je za 1. in 2. cono le ta odvisna tudi od nadmorske višine. Z naraščanjem nadmorske višine se povečuje tudi temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra. Obravnavana stavba se nahaja v coni 1, pri čemer je lokacija stavbe na nadmorski višini pod 800 m. V tem primeru je temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra  $v_{b,0} = 20$  m/s. Osnovna hitrost vetra  $v_b$  tako po enačbi (3.4) znaša:

$$v_b = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

V nadaljevanju določimo zunanje in notranje tlake vetra ter trenjske sile na ovoj obravnavane stavbe.

#### 3.4.2 Zunanji tlak vetra

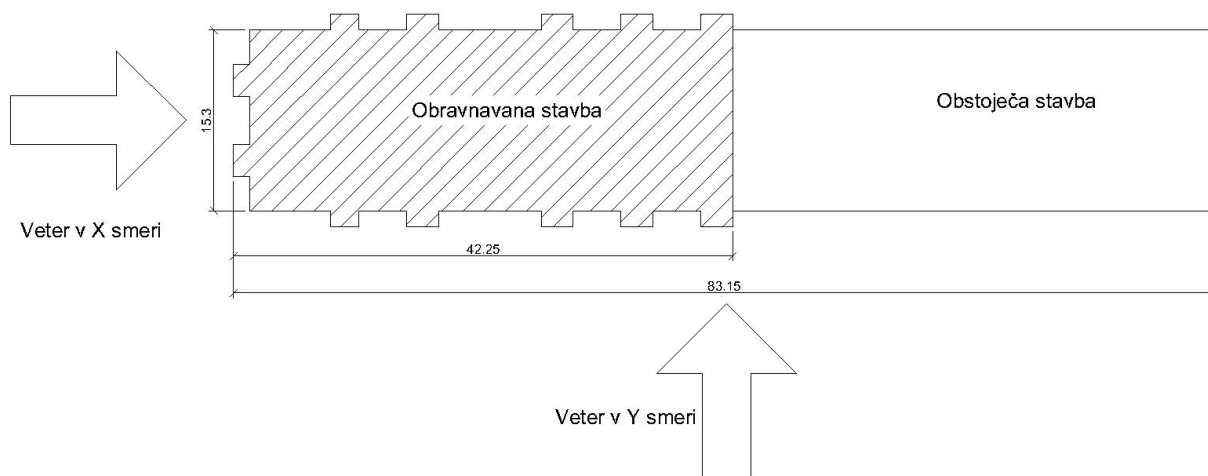
Zunanji tlak vetra na površine izračunamo s pomočjo izraza:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}. \quad (3.5)$$

Pri tem predstavlja  $q_p(z_e)$  največji tlak pri sunkih vetra na referenčni višini  $z_e$ ,  $c_{pe}$  pa je koeficient zunanje tlaka.

Pri analizi vpliva vetra na ovoj obravnavane stavbe koeficiente zunanje tlaka  $c_{pe}$  določimo ločeno za navpične stene in za streho. Pri tem so vrednosti koeficientov odvisne od geometrijskih lastnosti stavbe ter od velikosti obtežene površine. To pomeni, da obravnavamo tako delovanje vetra v vzdolžni smeri stavbe (smer X), kakor tudi delovanje

vetra v prečni smeri (smer Y). Poleg tega moramo upoštevati, da je obravnavana stavba postavljena k že obstoječemu bloku kot to prikazujemo na sliki 7.



Slika 7: Delovanje vetra v smeri osi X oziroma Y

Glede na velikost obtežene površine v analizi upoštevamo vrednosti koeficientov  $c_{pe,10}$ , ki so namenjeni projektiranju celotne konstrukcije stavb, medtem ko so koeficienti  $c_{pe,1}$  namenjeni projektiranju majhnih elementov in pritrditev velikosti do  $1 \text{ m}^2$ . Pozitiven predznak koeficienta  $c_{pe}$  pomeni, da je veter usmerjen pravokotno proti ploskvi, negativen predznak pa, da je veter usmerjen stran od ploskve. V nadaljevanju najprej določimo največji tlak vetra  $q_p$ .

### 3.4.2.1 Tlak vetra pri največji hitrosti pri sunkih vetra na referenčni višini z

Največji tlak pri sunkih vetra na referenčni z določimo s pomočjo enačbe:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b. \quad (3.6)$$

V enačbi (3.6) je  $\rho$  gostota zraka, ki je odvisna od nadmorske višine, temperature in zračnega pritiska, pričakovanega med neurjem na območju, kjer se stavba nahaja. Priporočena vrednost je podana v standardu in znaša  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ .  $I_v$  je intenziteta turbulence na višini z in je določena kot standardna deviacija turbulence. Standard nam podaja priporočen postopek za njeno določitev, ki je:

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \quad \text{za} \quad z_{\min} \leq z \leq z_{\max}, \quad (3.7)$$

$$I_v(z) = I_v(z_{\min}) \quad \text{za} \quad z \leq z_{\min}. \quad (3.8)$$

V izrazu (3.7) je  $k_1$  turbulenčni faktor, čigar priporočena vrednost je skladno z nacionalnim dodatkom enaka  $k_1 = 1,0$ ,  $\sigma_v$  je standardna deviacija (izračun podajamo v nadaljevanju),  $v_m(z)$  pa je srednja hitrost vetra, ki jo določimo z enačbo:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b. \quad (3.9)$$

Pri tem je  $c_r(z)$  faktor hrapavosti,  $c_0(z)$  pa faktor hribovitosti. S faktorjem hrapavosti terena upoštevamo srednje hitrosti vetra na mestu konstrukcije zaradi višine nad tlemi in hrapavosti tal na privetrni strani stavbe v smeri vetra. Podan je z naslednjima izrazoma:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{za} \quad z_{\min} \leq z \leq z_{\max}, \quad (3.10)$$

$$c_r(z) = c_r(z_{\min}) \quad \text{za} \quad z \leq z_{\min}, \quad (3.11)$$

kjer je  $z_0$  hrapavostna dolžina,  $k_t$  faktor terena,  $z_{\min}$  najmanjša višina,  $z_{\max} = 200$  m,  $z$  pa že prej omenjena referenčna višina nad terenom. Vrednost faktorja terena ovrednotimo z naslednjim izrazom:

$$k_t = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07}. \quad (3.12)$$

Vrednosti koeficientov  $z_0$  in  $z_{\min}$  sta odvisni od kategorije terena in so podane v Preglednici 4.1 standarda (**SIST EN 1991-1-4:2005**). Upoštevamo, da se obravnavana stavba nahaja na terenu III. kategorije. Sem spadajo področja z običajnim rastlinjem ali stavbami ali s posameznimi ovirami na razdalji največ 20 višin ovir (vasi, podeželsko okolje, stalni gozd). V tem primeru je  $z_0 = 0,3$  m,  $z_{\min} = 5$  m. Koeficient  $z_{0,II}$  je hrapavostna dolžina za kategorijo terena II in je 0,05 m. Torej vrednost faktorja terena z uporabo enačbe (3.12) znaša:

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,215.$$

Sedaj lahko določimo še faktor hrapavosti. Pri tem upoštevamo, da je referenčna višina kar enaka višini stavbe  $z = h = 17,1$  m. Ker velja  $z_{\min} = 5 \text{ m} \leq z \leq z_{\max} = 200 \text{ m}$ , dobimo z uporabo enačbe (3.10) :

$$c_r(17,1) = 0,215 \cdot \ln\left(\frac{17,1}{0,3}\right) = 0,869.$$

Za vrednost faktorja hribovitosti  $c_0$  v enačbi (3.9) upoštevamo priporočljivo vrednost 1,0, saj obravnavana stavba ne stoji na vzpetini, ki bi povečevala hitrost vetra.

V nadaljevanju izračunamo srednjo hitrost vetra na referenčni višini  $z = 17,1$  m in sicer (glej enačbo (3.9)):

$$v_m(17,1) = 0,896 \cdot 1,0 \cdot 20 = 17,39 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

standardno deviacijo iz enačbe (3.7) pa izračunamo z naslednjo enačbo:

$$\sigma_v = k_r \cdot v_b \cdot k_t = 0,215 \cdot 20 \cdot 1,0 = 4,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \quad (3.13)$$

Tako znašata intenziteto turbulence ob upoštevanju pogoja  $z_{\min} = 5 \text{ m} \leq z \leq z_{\max} = 200 \text{ m}$  (glej enačbo (3.7)):

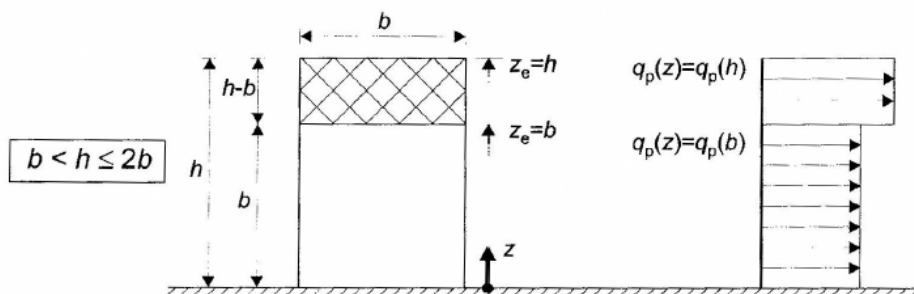
$$I_v(17,1) = \frac{4,3}{17,39} = 0,25.$$

Sedaj lahko izračunamo največji tlak pri sunkih vetra na referenčni višini, ki je enaka višini stavbe  $z = h = 17,1$  m (glej enačbo (3.6)):

$$q_p(17,1) = [1 + 7 \cdot 0,25] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 17,39^2 = 519,77 \frac{\text{kgm}^2}{\text{m}^3\text{s}^2} = 0,520 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}.$$

### 3.4.2.1 Delovanje vetra v smeri osi X

Kot smo že predhodno omenili moramo pri ovrednotenju zunanjih tlakov na ovoj obravnavane stavbe poleg največjega tlaka pri sunkih vetra  $q_p$  določiti tudi koeficiente zunanjega tlaka  $c_{pe}$  (glej enačbo (3.5)) in sicer ločeno za navpične stene in za streho obravnavane stavbe. Navpične stene razdelimo skladno s standardom **(SIST EN 1991-1-4:2005)** na področja od A do E. Privetрна stena spada v področje D, zavetrna stena pa v področje E. Za obe področji je vrednost koeficienta zunanjega tlaka  $c_{pe,10}$  odvisna od razmerja  $h/d = 0,206$ , kjer je  $h$  višina stavbe nad terenom,  $d$  pa dolžina objekta (skupaj z obstoječim objektom), ki je vzporedna s smerjo delovanja vetra. V primeru delovanja vetra v smeri osi X je  $d = 83,2$  m (glej sliko 7). Ker pa je višina stavbe  $h$  večja od njene širine  $b$ , merjenje pravokotno na smer delovanja vetra, ki je  $b = 15,6$  m (glej sliko 7), razporeditev tlakov na privetni steni (področje D) po višini stavbe ni konstantna pač pa je so tlaki razdeljeni na dva dela kot to prikazujemo na sliki 8. Na zavetrni in stranskih stenah je razporeditev tlakov po višini konstanta. Le-te določimo ob upoštevanju referenčne višine, ki je enaka višini stavbe (glej enačbo (3.7), kjer je  $q_p(17,1) = 0,52$  kN/m<sup>2</sup>).



Slika 8: Razporeditev tlakov vetra po višini pri delovanju vetra v smeri osi X (povzeto iz slike 7.4, SIST EN 1991-1-4:2005)

Preden nadaljujemo z razdelitvijo stranskih sten na področja moramo za privetno steno izračunati še vrednost največjega tlaka pri sunkih vetra  $q_p(b)$  na referenčni višini, ki je enaka širini stavbe pravokotno na smer delovanja vetra. Ponovno uporabimo enačbe (3.6), (3.9), (3.10) in dobimo:

$$c_r(15,3) = 0,215 \cdot \ln\left(\frac{15,3}{0,3}\right) = 0,845,$$

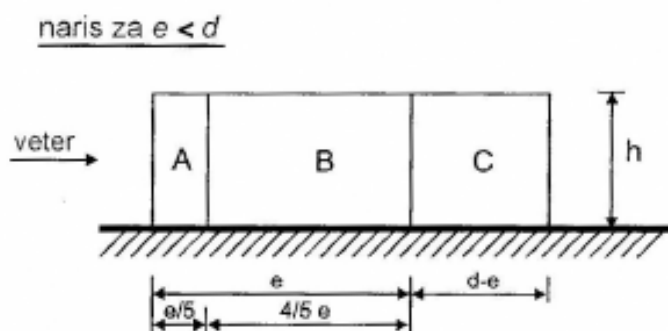
$$v_m(15,3) = 0,845 \cdot 1,0 \cdot 20 = 16,91 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

$$q_p(15,3) = [1 + 7 \cdot 0,25] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 16,91^2 = 491,29 \frac{\text{kgm}^2}{\text{m}^3\text{s}^2} = 0,491 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}.$$

Stranske stene razdelimo na področja A, B in C v odvisnosti od geometrijskega parametra  $e$ , ki je enak:

$$e = \min(b; 2h) = \min(15,3; 2 \cdot 17,1) = 15,3 \text{ m}, \quad (3.14)$$

ter geometrijskega parametra  $d = 83,2$  m (glej sliko 7). Pri razdelitvi stranskih sten na področja se poslužimo slike 7.5 iz standarda **(SIST EN 1991-1-4:2005)**.



Slika 9: Razdelitev stranskih sten na področja od A do C pri delovanju vetra v smeri osi X (povzeto iz slike 7.5, SIST EN 1991-1-4:2005)

Iz napisanega sledi:

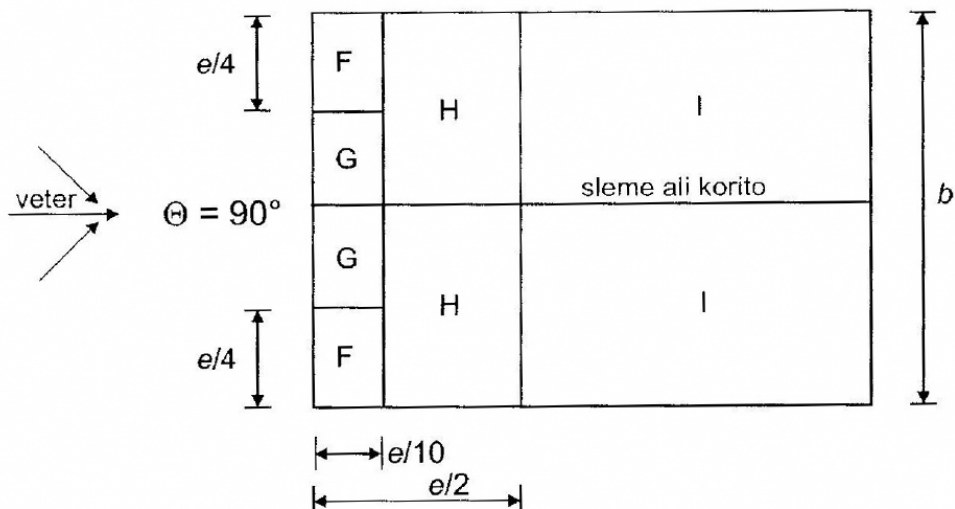
$$\frac{e}{5} = 3,06 \text{ m}, \quad \frac{4}{5}e = 12,24 \text{ m}, \quad d - e = 67,9 \text{ m}.$$

S pomočjo Preglednice 7.1 iz standarda odčitamo vrednosti koeficientov zunanega tlaka za navpične stene, t.j. za področja od A do E. Za področji D in E uporabimo linearno interpolacijo. Vrednosti zunanega tlaka na navpične stene obravnavane stavbe pri delovanju vetra v X smeri zberemo v preglednici 16.

Preglednica 16: Koeficienti zunanega tlaka in zunanji tlak vetra na navpične stene pri delovanju vetra v smeri osi X

Področje		$c_{pe}$	$q_p(h)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_p(b)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$w_e(h)$	$w_e(b)$
D	privetrna	0,7	0,52	0,491	0,364	0,344
E	zavetrna	-0,3	0,52	/	-0,156	/
A	stranski steni	-1,2	0,52	/	-0,624	/
B		-0,8	0,52	/	-0,416	/
C		-0,5	0,52	/	-0,26	/

Sedaj moramo razdeliti še dvokapno streho obravnavane stavbe na področja od F do I in sicer skladno s sliko 7.8 iz standarda (SIST EN 1991-1-4: 2005). Razdelitev prikazujemo na sliki 10. V tem primeru veter deluje vzporedno s slemenom strehe obravnavane stavbe.



Slika 10: Razdelitev dvokapne strehe na področja od F do I pri delovanju vetra v smeri osi X (povzeto iz slike 7.8, SIST EN 1991-1-4:2005)

Vrednost geometrijskega parametra  $e$  se ne spremeni (glej enačbo (3.14)), tako da pri delitvi strehe upoštevamo:

$$\frac{e}{4} = 3,83 \text{ m}, \quad \frac{e}{10} = 1,53 \text{ m}, \quad \frac{e}{2} = 7,65 \text{ m}.$$

Koeficiente zunanje tlaka za dvokapno streho z naklonom  $\alpha = 30^\circ$  odčitamo iz Preglednice 7.4b v standardu (**SIST EN 1991-1-4:2005**). Prikažemo jih v preglednici 17. Pri računu tlakov za referenčno višino upoštevamo višino stavbe.

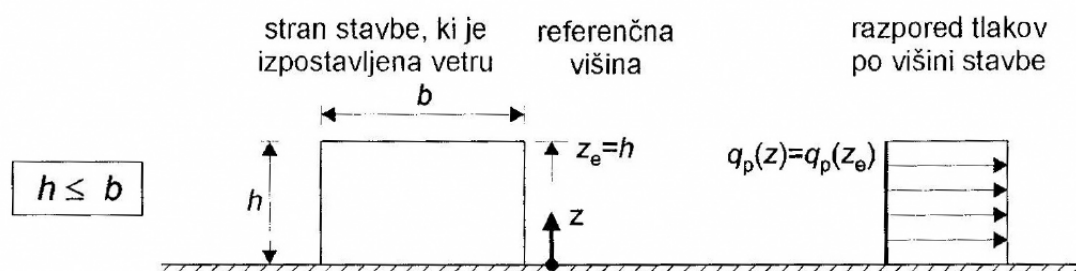
Preglednica 17: Koeficienti zunanje tlaka in zunanji tlak vetra na dvokapno dvokapnico pri delovanju vetra v smeri osi X

Področje	$c_{pe}(30^\circ)$	$q_p(h)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$w_e(30^\circ)$
F	-1,1	0,520	-0,572
G	-1,4	0,520	-0,728
H	-0,8	0,520	-0,416
I	-0,5	0,520	-0,260

### 3.4.2.2 Delovanje vetra v smeri osi Y

Tudi v tem primeru koeficiente tlaka določimo ločeno za navpične stene in za dvokapno streho obravnavane stavbe. Ker je pri delovanju vetra v smeri osi Y višina stavbe  $h = 17,1$  m manjša od širine, merjene pravokotno na smer delovanja vetra  $b = 83,2$  m (glej sliko 7), je razporeditev tlakov na privetni strani po višini stavbe konstantna, prav tako pa je razporeditev konstantna na zavetni in stranskih stenah. Razporeditev tlakov prikazujemo na sliki 11. Za referenčno višino upoštevamo višino stavbe.





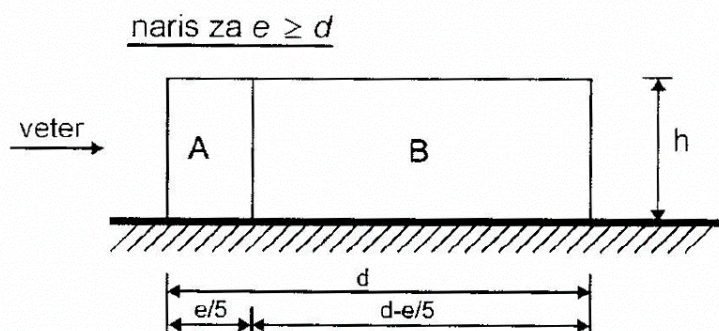
Slika 11: Razporeditev tlakov vetra po višini privetrne strani pri delovanju vetra v smeri osi Y (povzeto iz slike 7.4, SIST EN 1991-1-4:2005)

Vrednosti koeficienta zunanjšega tlaka sta za privetrno in zavetrno steno (področji D in E) odvisna od razmerja  $h/d = 1,12$ , kjer je  $d = 15,3$  m dolžina stavbe, ki je vzporedna s smerjo delovanja vetra.

Stranske stene razdelimo na področja od A do C v odvisnosti od geometrijskega parametra  $e$ , ki je:

$$e = \min(b; 2h) = \min(83,2; 2 \cdot 17,1) = 34,2 \text{ m.} \quad (3.15)$$

Ker je parameter  $e > d$ , področje C pri delitvi stranskih sten ne nastopa. Razdelitev prikazujemo na sliki 12.



Slika 12: Razdelitev stranskih sten na področji A in B pri delovanju vetra v smeri osi Y (povzeto iz slike 7.5, SIST EN 1991-1-4:2005)

Dimenziji posameznih področij sta:

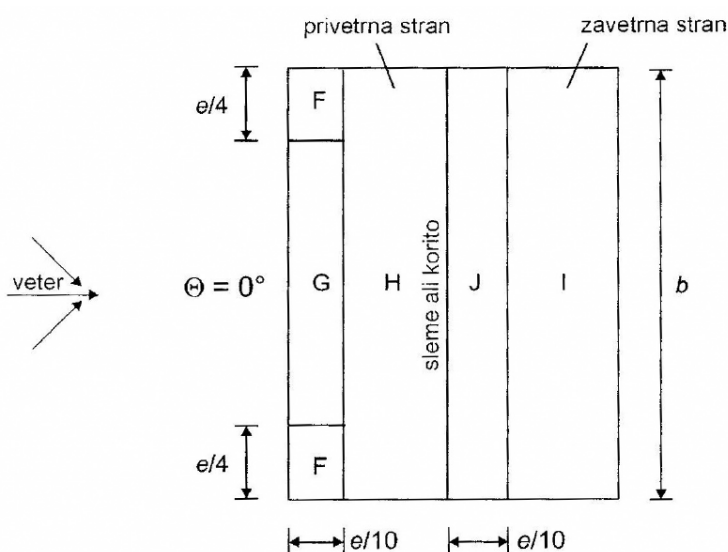
$$\frac{e}{5} = 6,84 \text{ m} \quad \text{in} \quad d - \frac{e}{5} = 8,46 \text{ m.}$$

Vrednosti koeficientov zunanjšega tlaka za navpične stene tudi pri tem odčitamo iz preglednice 7.1 iz standarda (SIST EN 1991-1-4:2005). Prikazujemo jih v preglednici 18, prav tako vrednosti zunanjšega tlaka.

Preglednica 18: Koeficienti zunanje tlaka in zunanji tlak vetra na navpične stene pri delovanju vetra v smeri osi Y

Področje		$c_{pe}$	$q_p(h)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$w_e(h)$
D	privetrna	0,8	0,52	0,364
E	zavetrna	-0,5	0,52	-0,156
A	stranski steni	-1,2	0,52	-0,624
B		-0,8	0,52	-0,416

Dvokapno streho razdelimo na področja od F do J skladno s sliko 7.8 iz standarda (SIST EN 1991-1-4:2005), pri čemer upoštevamo, da sedaj veter učinkuje pravokotno na smer slemena ( $\Theta = 0^\circ$ ).



Slika 13: Razdelitev dvokapne strehe na področja od F do J pri delovanju vetra v smeri osi Y (povzeto iz slike 7.8, SIST EN 1991-1-4:2005)

Ob upoštevanju vrednosti geometrijskega parametra  $e = 34,2$  m, je delitev na področja sledeča:

$$\frac{e}{4} = 8,55 \text{ m}, \quad \frac{e}{10} = 3,42 \text{ m}.$$

Koeficiente zunanje tlaka za obravnavano dvokapno streho, pri kateri znaša naklon strešine  $\alpha = 30^\circ$ , odčitamo iz preglednice 7.4a v standardu in jih prikažemo v preglednici 19. Prikažemo tudi vrednosti zunanjih tlakov. Za referenčno višino upoštevamo višino stavbe.

Preglednica 19: Koeficienti zunanjega tlaka in zunanji tlak vetra na dvokapno streho pri delovanju vetra v smeri osi Y

Področje	30°	$q_p(h)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$w_e(30°)$
F	-0,5	0,520	-0,260
G	-0,5	0,520	-0,260
H	-0,2	0,520	-0,104
I	-0,4	0,520	-0,208
J	-0,5	0,520	-0,260

### 3.4.3 Notranji tlaki vetra

Notranji tlak vetra  $w_i$  izračunamo s pomočjo enačbe:

$$w_i = q_p(z_i) \cdot c_{pi} \quad (3.16)$$

Pri tem je  $q_p(z_i)$  pa največji tlak pri sunkih vetra na referenčni višini  $z_i$ , ki je za notranje tlake enaka referenčni višini za zunanje tlake in je torej enaka kar višini stavbe ( $q_p(z_i = h) = 0,520$  kN/m<sup>2</sup>,  $c_{pi}$  pa je koeficient notranjega tlaka. Le-ta je odvisen od velikosti in razporeditve odprtin, pri analizi pa upoštevamo, da so vsa vrata in okna zaprta. Tako kot v primeru delovanja zunanjega tlaka, tudi pri delovanju notranjega tlaka predznak pred koeficientom pove, ali je veter usmerjen proti (pozitiven), ali od ploskve (negativen predznak).

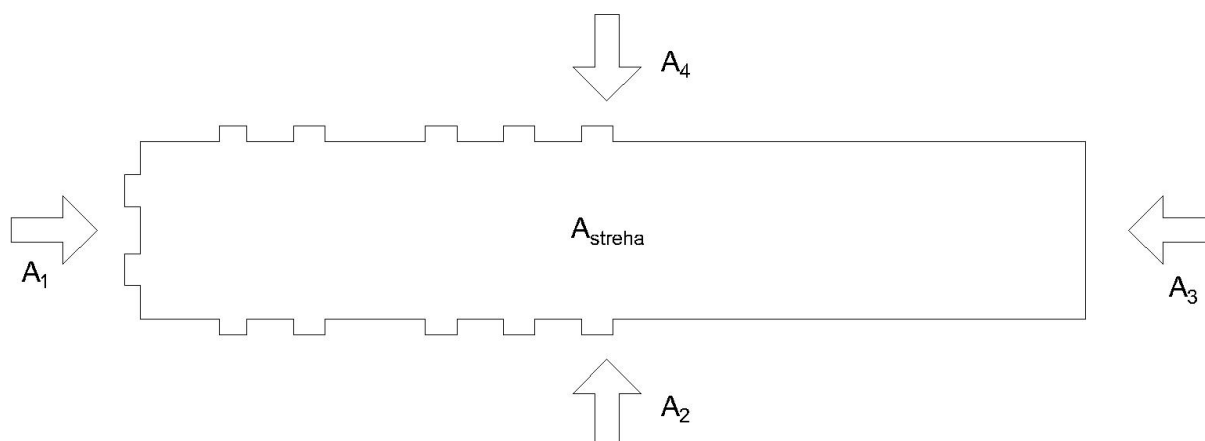
Pri obravnavani stavbi predpostavimo, da so odprtine razporejene enakomerno po celotnem ovoju, zato skladno s členom 7.2.9(6) iz standarda **(SIST EN 1991-1-4:2005)** upoštevamo priporočeno vrednost koeficienta notranjega tlaka  $c_{pi}$ , ki znaša med 0,2 in -0,3. Vrednosti koeficientov in pripadajočih notranjih tlakov prikažemo v preglednici 20.

Preglednica 20: Koeficienti notranjih tlakov in notranji tlaki vetra na ovoj stavbe

Področje	$c_{pi}$	$q_p(h)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$w_i(h)$
Povsod	-0,2	0,520	-0,104
Povsod	0,3	0,520	0,156

### 3.4.4 Sile trenja vetra

V kolikor veter piha preko velikih površin, se na ovoju stavbe pojavijo tudi t.i. trenjske sile. Skladno s standardom **(SIST EN 1991-1-4:2005)** lahko učinek trenja vetra zanemarimo, če je celotna površina vseh ploskev, ki so vzporedne s smerjo vetra manjša ali enaka štirikratniku celotne površine vseh ploskev, ki so pravokotne na smer delovanja vetra. Pogoj ločeno preverimo za delovanje vetra v smeri osi X in Y. Z oznakami od  $A_1$  do  $A_4$  označimo površino navpičnih sten, kot to prikazujemo na sliki 14, z  $A_{streha}$  pa površino strehe.



Slika 14: Označitev ploskev ovoja stavbe pri računu sil trenja vetra

Površine posameznih ploskev ovoja stavbe so sledeče:

$$A_1 = 15,3 \cdot 15,15 = 231,8 \text{ m}^2,$$

$$A_2 = 83,2 \cdot 14,25 = 1185,6 \text{ m}^2,$$

$$A_3 = 15,3 \cdot 15,15 = 231,8 \text{ m}^2,$$

$$A_4 = 83,2 \cdot 14,25 = 1185,6 \text{ m}^2,$$

$$A_{streha} = 62,9 \cdot 14,1 = 886,9 \text{ m}^2.$$

Pri primeru delovanja vetra v smeri osi X velja:

$$A_{vzporedno} = A_2 + A_4 + A_{streha} = 3258,1 \text{ m}^2,$$

$$A_{pravokotno} = A_1 + A_3 = 463,6 \text{ m}^2.$$

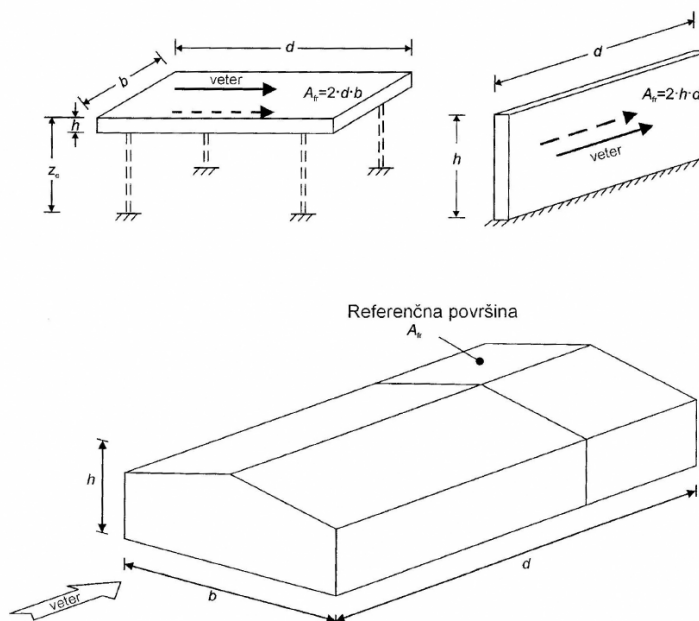
Ugotovimo, da je površina ploskev  $A_{vzporedno}$ , ki so vzporedne s smerjo vetra večja od štirikratnika površine ploskev  $A_{pravokotno}$ , ki so pravokotne na smer delovanja vetra. To pomeni, da vpliv trenja pri delovanju vetra v smeri osi X ne smemo zanemariti.

Sile trenja vetra določimo z izrazom:

$$F_{tr} = c_{fr} \cdot q_p(z_e) \cdot A_{fr}. \quad (3.17)$$

»Kjer so  $c_{fr}$  koeficient trenja po 7.5,  $A_{fr}$  referenčna površina posamezne ploskve.« (SIST EN 1991-1-4:2005).

Koeficient trenja  $c_{fr}$  je podan v Preglednici 7.10 v standardu **(SIST EN 1991-1-4:2005)**, njegova vrednost pa je odvisna od hrapavosti ploskve. Površino fasade obravnavane stavbe uvrstimo med gladke površine, streho pa zaradi trapezne pločevinaste kritine med zelo hrapave. Vrednost koeficienta trenja za gladke površine znaša 0,01, za zelo hrapave pa 0,04. Referenčno površino  $A_{fr}$  določimo glede na geometrijske parametre stavbe.



Slika 15: Referenčna površina pri trenju (Slika 7.22, SIST EN 1991-1-4:2005)

Sile trenja upoštevamo na delu zunanjih ploskev, vzporednih s smerjo vetra, ki so za razdaljo manjšo od  $2 \cdot b$  ali  $4 \cdot h$  oddaljene od privetrnega kapu ali vogala. Pri obravnavani stavbi vpliv sile trenja na zunanjih delih ploskev upoštevamo od dolžine 30,6 m dalje, saj je:

$$\min\{2b; 4h\} = \min\{2 \cdot 15,3 \text{ m}; 4 \cdot 17,1 \text{ m}\} = 30,6 \text{ m}.$$

Prikažemo še izračun referenčnih površin zunanjih ploskev. Z  $A_2'$  označimo velikost navpične referenčne ploskve na strani navpične ploskve  $A_2$ . Enako označimo tudi referenčni ploskvi na strani navpične stene  $A_4$  in strehe.

$$A_2' = (83,2 \text{ m} - 30,6 \text{ m}) \cdot 15,15 \text{ m} = 796,89 \text{ m}^2,$$

$$A_4' = (83,2 \text{ m} - 30,6 \text{ m}) \cdot 15,15 \text{ m} = 796,89 \text{ m}^2,$$

$$A_{\text{streha}}' = (62,9 \text{ m} - 20,5 \text{ m}) \cdot 14,1 \text{ m} = 597,84 \text{ m}^2.$$

Sila trenja za posamezne dele ovoja stavbe z upoštevanjem vrednosti koeficienta  $c_{fr}$  in uporabo enačbe (3.17) znaša:

$$F_{\text{tr},A_2} = 0,01 \cdot 0,520 \cdot 796,89 = 4,14 \text{ kN},$$

$$F_{\text{tr},A_4} = 0,01 \cdot 0,520 \cdot 796,89 = 4,14 \text{ kN},$$

$$F_{\text{tr},\text{streha}} = 0,04 \cdot 0,520 \cdot 597,84 = 12,44 \text{ kN}.$$

Sedaj preverimo razmerje površin še za primer delovanja vetra v smeri osi Y:

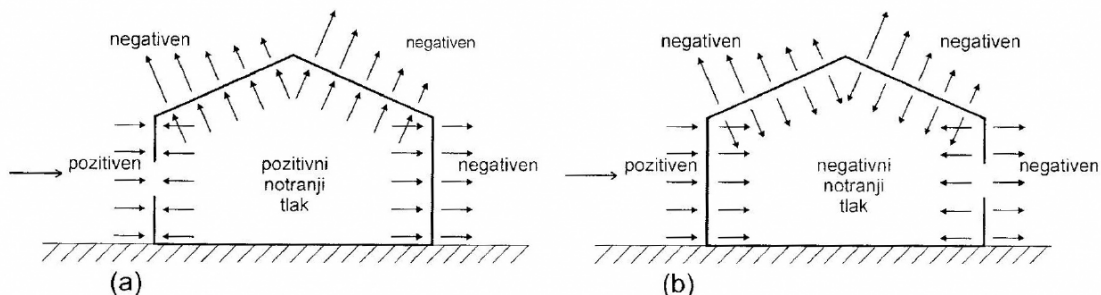
$$A_{\text{vzporedno}} = A_1 + A_3 + A_{\text{streha}} = 1350,5 \text{ m}^2,$$

$$A_{\text{pravokotno}} = A_2 + A_4 = 2371,2 \text{ m}^2.$$

V tem primeru pa ugotovimo, da je površina ploskev  $A_{vzporredno}$  manjša od štirikratnika površine ploskev  $A_{pravokotno}$ , kar pomeni, da lahko vpliv trenja pri delovanju vetra v smeri osi Y zanemarimo.

### 3.4.5 Neto tlaki vetra

Pri določanju skupnega vpliva vetra na ovoj stavbe (t.i. neto tlak) moramo upoštevati, da notranji in zunanji tlak učinkujeta sočasno. Neto tlak je po definiciji razlika med tlakom na zunanji in notranji strani ploskve upoštevajoč njun predznak.



Slika 16: Različna usmerjenost notranjih tlakov na ovoj stavbe (Slika 5.1, SIST EN 1991-1-4:2005)

#### 3.4.5.1 Delovanje vetra v smeri osi X

V preglednici 21 in 22 prikažemo skupen vpliv neto tlaka v smeri osi X na navpične stene na področjih od A do E.

Preglednica 21: Neto tlaki na navpične stene pri delovanju vetra v smeri osi X (pozitivni notranji tlaki)

Področje		$w_e(h)$	$w_e(b)$	$w_i(h)$	$w(h)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$w(b)$ [kN/m <sup>2</sup> ]
D	privetrna	0,364	0,344	0,156	0,208	0,188
E	zavetrna	-0,156	/	0,156	-0,312	/
A	stranski steni	-0,624	/	0,156	-0,780	/
B		-0,416	/	0,156	-0,572	/
C		-0,260	/	0,156	-0,416	/

Preglednica 22: Neto tlaki na navpične stene pri delovanju vetra v smeri osi X (negativni notranji tlaki)

Področje		$w_e(h)$	$w_e(b)$	$w_i(h)$	$w(h)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$w(b)$ [kN/m <sup>2</sup> ]
D	privetrna	0,364	0,344	-0,104	0,468	0,448
E	zavetrna	-0,156	/	-0,104	-0,052	/
A	stranski steni	-0,624	/	-0,104	-0,520	/
B		-0,416	/	-0,104	-0,312	/
C		-0,26	/	-0,104	-0,156	/

V preglednici 23 prikažemo še skupen vpliv neto tlaka na streho stavbe. Upoštevamo le notranji tlak s pozitivnim predznakom, saj negativen notranji tlak (notranji srk) deluje ugodno in zmanjšuje skupen vpliv neto tlaka na površino strehe.

Preglednica 23: Neto tlaki vetra na strehi pri delovanju vetra v smeri osi X (pozitivni notranji tlaki)

Področje	$w_e(30^\circ)$	$w_i(h)$	$w(h)$ [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>F</b>	-0,572	0,156	-0,728
<b>G</b>	-0,728	0,156	-0,884
<b>H</b>	-0,416	0,156	-0,572
<b>I</b>	-0,260	0,156	-0,416

Pri določitvi skupnega vpliva vetra pri delovanju v smeri osi X moramo dodatno upoštevati tudi sile trenja vetra.

### 3.4.5.2 Kombinacija zunanega in notranjega tlaka v smeri osi Y

V preglednici 24 in 25 prikažemo skupen vpliv neto tlaka v smeri osi Y na navpične stene na območjih od A do E.

Preglednica 24: Neto tlaki na navpične stene pri delovanju vetra v smeri osi Y (pozitivni notranji tlaki)

Področje	$w_e(h)$	$w_i(h)$	$w(h)$ [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>D</b> <i>privetrna</i>	0,364	0,156	0,208
<b>E</b> <i>zavetrna</i>	-0,156	0,156	-0,312
<b>A</b> <i>stranski steni</i>	-0,624	0,156	-0,780
<b>B</b> <i>stranski steni</i>	-0,416	0,156	-0,572

Preglednica 25: Neto tlaki na navpične stene pri delovanju vetra v smeri osi Y (negativni notranji tlaki)

Področje	$w_e(h)$	$w_i(h)$	$w(h)$ [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>D</b> <i>privetrna</i>	0,364	-0,104	0,468
<b>E</b> <i>zavetrna</i>	-0,156	-0,104	-0,052
<b>A</b> <i>stranski steni</i>	-0,624	-0,104	-0,520
<b>B</b> <i>stranski steni</i>	-0,416	-0,104	-0,312

V preglednici 26 prikažemo skupen vpliv neto tlaka na streho objekta v smeri osi Y po območjih.

Preglednica 26: Neto tlaki vetra na strehi pri delovanju vetra v smeri osi Y (pozitivni notranji tlaki)

Področje	$w_e(30^\circ)$	$w_i(h)$	$w(h)$ [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>F</b>	-0,260	0,156	-0,416
<b>G</b>	-0,260	0,156	-0,416
<b>H</b>	-0,104	0,156	-0,260
<b>I</b>	-0,208	0,156	-0,364
<b>J</b>	-0,260	0,156	-0,416





obravnavana stavbo uvrstimo kategorijo pomembnosti II, kamor spadajo običajne stavbe, je vrednost projektnega pospeška tal enaka:

$$a_g = \gamma_I \cdot a_{gR} = 1,0 \cdot 0,175g = 0,175g. \quad (3.18)$$

Skladno s standardom **(SIST EN 1998-1:2006)** vpliv značilnosti lokalnih tal na potresne vplive upoštevamo z ustrezno izbiro tipa tal. Ločimo tipe tal A, B, C, D in E. Opisani so s stratigrafskimi profili in parametri. Predpostavimo, da obravnavana stavba leži na tleh tipa tal B. Sem spada zelo gost pesek, prod ali zelo toga glina, debeline vsaj nekaj deset metrov, pri katerih mehanske značilnosti z globino postopoma naraščajo.

### 3.5.2 Račun mase

Skladno z določili iz standarda **(SIST EN 1998-1:2006)** moramo pri ovrednotenju projektnega potresnega vpliva na stavbo upoštevati vse mase, povezane s težnostnimi silami. Maso lahko skoncentriramo v masno središče vsake etaže, velikost mase oziroma teže posamezne etaže pa določimo po naslednjem pravilu:

$$W = \sum G_{k,j} + \sum \Psi_{E,i} \cdot Q_{k,i}. \quad (3.19)$$

Pri tem je  $G_{k,j}$  karakteristična vrednost  $j$ -tega stalnega vpliva,  $Q_{k,i}$  je karakteristična vrednost  $i$ -tega spremenljivega vpliva,  $\Psi_{E,i}$  pa je pripadajoči koeficient za kombinacijo in je določen na sledeč način:

$$\Psi_{E,i} = \varphi \cdot \Psi_{2,i}. \quad (3.20)$$

Pri tem je  $\varphi$  koeficient, ki je odvisen od zasedenosti etaž,  $\Psi_{2,i}$  pa je koeficient za navidezno stalno vrednost  $i$ -tega spremenljivega vpliva. Vrednosti koeficienta  $\varphi$  povzamemo iz standarda **(SIST EN 1998-1:2006)** in predstavimo v preglednici 27. Vrednosti koeficienta za navidezno stalno vrednost vpliva pa odčitamo iz dodatka A1 k standardu **(SIST EN 1990:2004)**, ter jih prikažemo v podpoglavju 4.1.2.

Preglednica 27: Vrednosti koeficienta  $\varphi$ , ki ga uporabimo pri računu mas posameznih etaž

Vrsta spremenljivega vpliva	etaža	$\varphi$
Površine kategorije A-C	vrhnja etaža (streha)	1,0
	zasedba nekaterih etaž je povezana	0,8
	etaže so zasedene neodvisno	0,5
Površine kategorije D-F in arhivi		1,0

Za obravnavano stavbo so vrednosti koeficientov naslednje:

Površina strehe spada v kategorijo H:  $\varphi = 1,0$  in  $\Psi_{2,i} = 0,0$ ,

Površina ostalih etaž spada v kategorijo A:  $\varphi = 0,5$  in  $\Psi_{2,i} = 0,3$ .

V nadaljevanju izračunamo mase vseh etaž. Rezultate računa zberemo v preglednici 28. Podroben izračun je prikazan le za maso prve etaže  $m_1$ .

- Lastna in stalna obtežba:
  - Medetažna plošča:
 
$$G_1 = g_{\text{stanovanja}} \cdot A_{\text{stanovanja}} + g_{\text{hodniki}} \cdot A_{\text{hodniki}} + g_{\text{balkoni}} \cdot A_{\text{balkoni}} + g_{\text{stopnice}} \cdot A_{\text{stopnice}} = 5,4 \cdot 495,79 + 5,7 \cdot 85,84 + 6,5 \cdot 43,10 + 0,8 \cdot 7,43 = 3452,68 \text{ kN}$$
  - Prečke:
 
$$G_2 = g_{p,30} \cdot l_{p,30} + g_{p,25} \cdot l_{p,25} + g_{p,20} \cdot l_{p,20} = 2,03 \cdot 234,9 + 1,69 \cdot 15,3 + 1,35 \cdot 2,0 = 504,2 \text{ kN}$$
  - Stebri:
 
$$G_3 = \sum \frac{h_{\text{priti.}}}{2} \cdot (g_{s,i} \cdot n_{s,i}) + \sum \frac{h_{1.\text{et.}}}{2} \cdot (g_{s,j} \cdot n_{s,j}) = \frac{2,69}{2} \cdot (2,3 \cdot 51 + 1,9 \cdot 4 + 3,8 \cdot 10 + 3,1 \cdot 1 + 1,0 \cdot 1) + \frac{2,69}{2} \cdot (2,3 \cdot 61 + 1,9 \cdot 5 + 1,0 \cdot 1) = 419,0 \text{ kN}$$
  - Stene:
 
$$G_4 = \sum h_{1.\text{et.}} \cdot (g_{st,i} \cdot l_{st,i}) = 2,69 \cdot (9,83 \cdot 233,7 + 8,47 \cdot 4,1 + 7,1 \cdot 5,3) = 2369,1 \text{ kN}$$
  - SKUPAJ:  $G_I = \sum_{i=1}^4 G_i = 6745,0 \text{ kN}$
- Spremenljiva obtežba
  - Koristna obtežba:
 
$$Q_1 = q_{\text{stanovanja}} \cdot A_{\text{stanovanja}} + q_{\text{hodniki}} \cdot A_{\text{hodniki}} + q_{\text{balkoni}} \cdot A_{\text{balkoni}} + q_{\text{stopnice}} \cdot A_{\text{stopnice}} = 2,8 \cdot 495,79 + 2,7 \cdot 85,84 + 3,0 \cdot 43,10 + 1,5 \cdot 7,43 = 1760,4 \text{ kN}$$
  - SKUPAJ:  $Q_I = Q_1 = 1760,4 \text{ kN}$

Ob upoštevanju ustreznih koeficientov iz  $\varphi$  in  $\Psi_{2,i}$  iz preglednic 27 in 31 dobimo:

$$m_1 = \frac{G_I + \varphi_1 \cdot \Psi_{2,1} \cdot Q_I}{g} = \frac{6745,0 + 0,3 \cdot 0,5 \cdot 1760,4}{9,81} = 714,5 \text{ t.}$$

Preglednica 28: Upoštevana masa po posameznih etažah obravnavane stavbe

Etaža	masa etaže [t]
streha	246,9
4	599,0
3	712,2
2	712,2
1	714,5

### **3.5.3 Analiza potresnega vpliva na konstrukcijo**

Vodoravni potresni vpliv na nosilno konstrukcijo obravnavane stavbe določimo z modalno analizo s spektri odziva. V ta namen izdelamo idealiziran prostorski model nosilne konstrukcije, ki ga predstavimo v okviru analize vertikalnih nosilnih elementov, t.j. v 6. poglavju.

#### 4. PROJEKTIRANJE PO METODI MEJNIH STANJ

Skladno z določili iz standarda (**SIST EN 1990:2004**) projektiramo nosilno konstrukcijo stavbe tako, da bo v predvideni življenjski dobi zagotovila primerno zanesljivost ob primernih stroških, prav tako mora biti stavba konstrukcijsko odporna, uporabna in seveda trajna. Za projektiranje uporabimo metodo mejnih stanj in sicer, ločimo mejna stanja nosilnosti (MSN) in mejna stanja uporabnosti (MSU). Mejna stanja morajo biti vezana na projektna stanja, ki pa so lahko trajna (normalna uporaba), začasna (npr. gradnja) ali nezgodna (npr. požar, eksplozija, trčenje, potres). V nadaljevanju podrobneje predstavimo mejna stanja nosilnosti oziroma uporabnosti.

##### 4.1 Mejna stanja nosilnosti (MSN)

Mejna stanja nosilnosti se nanašajo na varnost ljudi in varnost konstrukcije. Analizirati moramo izgubo ravnotežja, odpoved konstrukcije zaradi prevelikih pomikov, nestabilnost konstrukcije, odpoved zaradi utrujanja in druga stanja. Formalno moramo zadostiti naslednjemu pogoju:

$$E_d \leq R_d. \quad (4.1)$$

»kjer sta  $E_d$  projektna vrednost učinkov vplivov, kot so notranje sile, momenti ali vektor, ki predstavlja notranje sile ali momente,  $R_d$  projektna vrednost pripadajoče odpornosti.« (SIST ENE 1990:2004)

##### 4.1.1 Osnovne kombinacije vplivov

Kombinacijo vplivov za stalna in začasna projektna stanja, ki jo imenujemo tudi osnovna kombinacija vplivov, zapišemo na sledeč način: (glej člen 6.4.3.2.(3) iz SIST EN 1990:2004):

$$E_d: \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}. \quad (4.2)$$

Pri tem je  $G_{k,j}$  karakteristična vrednost  $j$ -tega stalnega vpliva,  $Q_{k,1}$  je karakteristična vrednost prevladujočega spremenljivega vpliva,  $Q_{k,i}$  je karakteristična vrednost  $i$ -tega spremljajočega vpliva spremenljivega vpliva,  $\gamma_{G,j}$  je delni varnostni faktor za  $j$ -ti stalni vpliv,  $\gamma_{Q,1}$  in  $\gamma_{Q,i}$  sta delna varnostna faktorja za prevladujoči in  $i$ -ti spremljajoči spremenljiv vpliv,  $\Psi_{0,i}$  pa je faktor za kombinacijsko vrednost  $i$ -tega spremenljivega vpliva. V enačbi (4.2) »+« pomeni »kombinirano z«,  $\sum$  pa pomeni »kombiniran učinek«.

Na konstrukcijo lahko stalni oziroma spremenljivi vplivi učinkujejo ugodno in/ali neugodno. Vrednosti delnih varnostnih faktorjev so podane v dodatku A k Standardu (**SIST EN 1990:2004**) in jih prikažemo v preglednici 29.

Preglednica 29: Delni varnostni faktorji za stalni in spremenljivi vpliv za osnovne kombinacije vplivov

Delni varnostni faktor	ugoden vpliv	neugoden vpliv
Stalni vpliv - $\gamma_G$	1,0	1,35
spremenljiv vpliv - $\gamma_Q$	0,0	1,50

V dodatku A so prav tako so podane vrednosti za kombinacijske vrednosti spremenljivega vpliva. Vrednosti, ki jih uporabimo v okviru analize, predstavimo v preglednici 30.

Preglednica 30: Faktorji za kombinacijsko vrednost spremenljivega vpliva

Vpliv	$\Psi_0$
Kategorija A: bivalni prostori	0,7
Kategorija H: strehe	0,0
Obtežba snega na stavbah	0,7
Obtežba vetra na stavbah	0,6

#### 4.1.2 Potresna projektna stanja

V primeru, da med vplivi na konstrukcijo nastopa tudi potresni vpliv, pri določanju projektnih učinkov vplivov upoštevamo kombinacijo vplivov za potresna projektna stanja, ki jo zapišemo na sledeč način (glej člen 6.4.3.4(2) iz SIST EN 1990:2004):

$$E_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_{Ed} + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}. \quad (4.3)$$

Pri tem  $\Psi_{2,i}$  predstavlja faktor za navidezno stalno vrednost  $i$ -tega spremenljivega vpliva,  $A_{Ed}$  pa projektno vrednost potresnega vpliva. Vrednosti faktorja  $\Psi_2$  prikažemo v preglednici 31

Preglednica 31: Faktor za navidezno stalno vrednost spremenljivega vpliva

Vpliv	$\Psi_2$
Kategorija A: bivalni prostori	0,3
Kategorija H: strehe	0,0
Obtežba snega na stavbah	0,2
Obtežba vetra na stavbah	0,0

#### 4.2 Mejna stanja uporabnosti (MSU)

Mejna stanja uporabnosti se nanašajo na delovanje konstrukcije ali njenega dela, udobje ljudi in videz gradbenega objekta. Pri tej metodi preverjamo deformacije in premike, nihanja in poškodbe. Skladno s standardom (**SIST EN 1990:2004**) moramo zadostiti naslednjemu pogoju:

$$E_d \leq C_d. \quad (4.4)$$

Pri tem je  $E_d$  projektna vrednost učinkov vplivov, navedena v kriteriju,  $C_d$  pa mejna projektna vrednost ustreznega kriterija uporabnosti. Prav tako standard definira tri kombinacije vplivov (točka 6.5.3 iz SIST EN 1990:2004), ki jih uporabljamo pri preverjanju mejnih stanjih uporabnosti. Te kombinacije so:

- a. Karakteristična kombinacija

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}, \quad (4.5)$$

---

b. Pogosta kombinacija

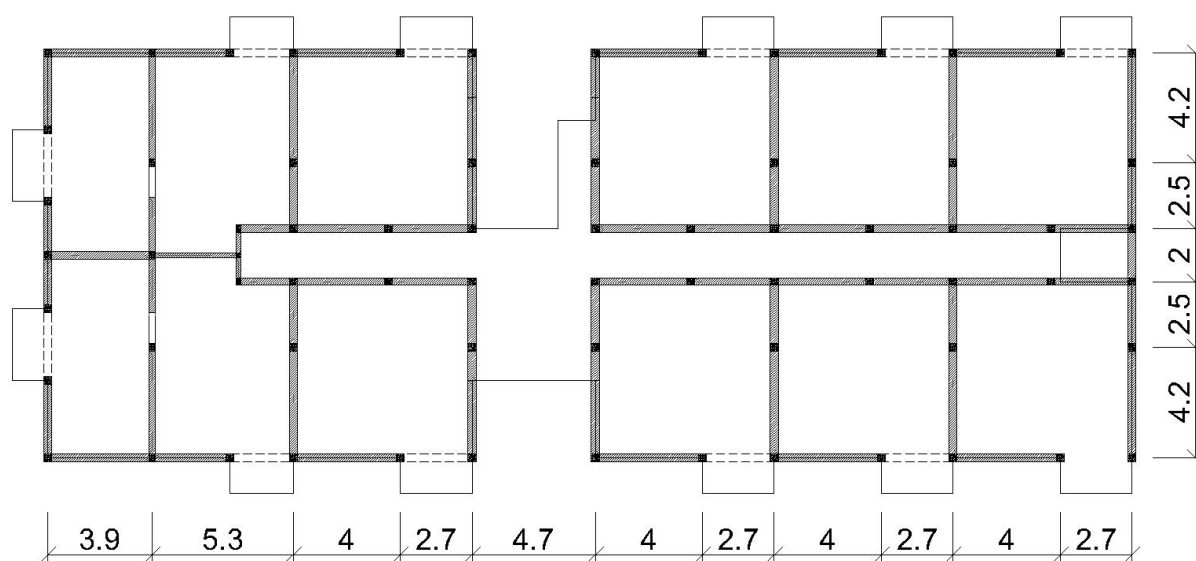
$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \Psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} , \quad (4.6)$$

c. Navidezno stalna kombinacija:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} . \quad (4.7)$$

## 5. PROJEKTIRANJE TIPIČNE MEDETAŽNE KONSTRUKCIJE

V tem poglavju analiziramo in dimenzioniramo tipično medetažno konstrukcijo obravnavane stavbe. Izberemo AB ploščo nad prvo etažo na koti +2,85 m. Geometrijske in materialne podatke ter podatke o obtežbi plošče smo predstavili že v 2. oziroma 3. poglavju, manjkajoče podatke pa povzamemo iz projektne dokumentacije. Plošča je debeline 16 cm in je podprta s prostorskim AB okvirnim sistemom, medtem ko opečne predelne stene na ploščo učinkujejo le kot balast. AB okvirni sistem sestavljajo vzdolžni in prečni AB nosilci pod ploščo dimenzij  $b/h = 30/27$ ,  $25/27$  in  $20/27$  cm, ter stebri z dimenzijami 30/30, 30/25, 30/20 in 20/20 cm. Razporeditev stebrov po tlorisu plošče prikazujemo na sliki 18.

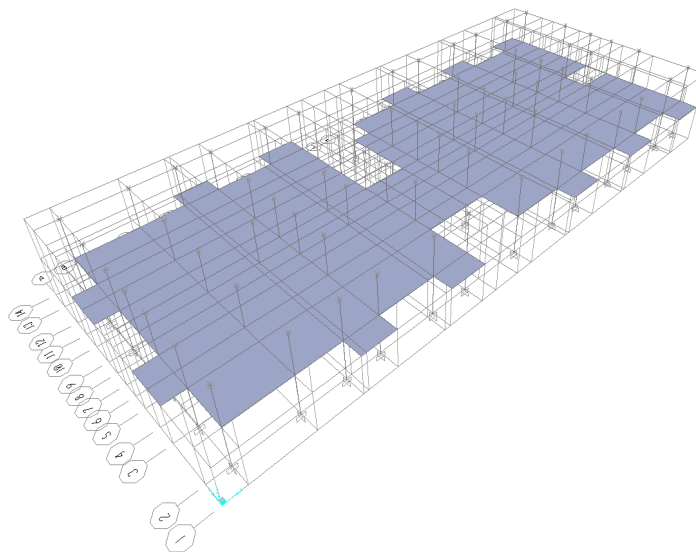


Slika 18: Razporeditev stebrov po tlorisu medetažne plošče (dimenzije so v metrih)

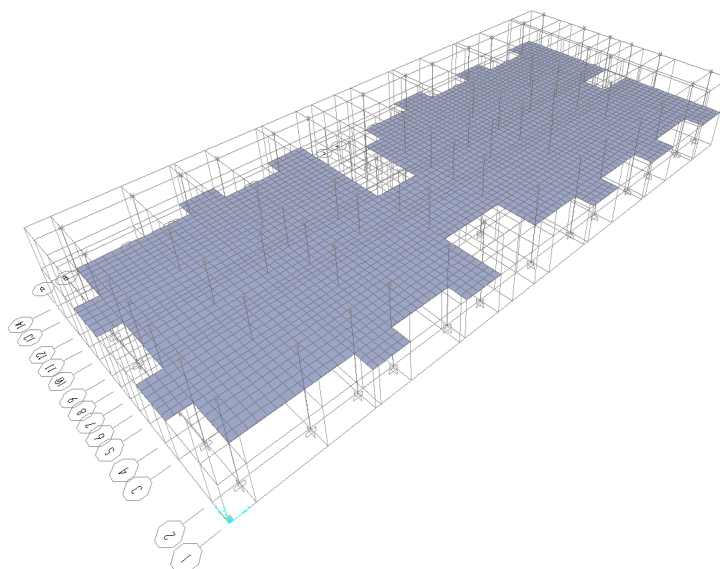
Izmed vplivov, navedenih v 3. poglavju, pri analizi plošče upoštevamo lastno in stalno obtežbo plošče, težo predelnih sten in stopnic ter koristno obtežbo na površini plošče. Horizontalnih vplivov vetra in potresa v analizi ne upoštevamo. Predpostavimo, da jih v celoti prevzamemo z vertikalnimi nosilnimi elementi. Prav tako ne upoštevamo obtežbe snega, saj le ta učinkuje neposredno na strešno ploščo.

### 5.1 Idealizirani računski model

Za izvedbo analize obravnavane plošče izdelamo idealiziran računski model konstrukcije v programu SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2009). Ploščo modeliramo s ploskovnimi elementi tipa »Shell-Thin«. Tako lahko v plošči poleg upogibnih obremenitev upoštevamo tudi osne obremenitve. Nosilce pod ploščo ter stebre nad oziroma pod obravnavano ploščo modeliramo z linijskimi elementi. Nosilce ekscentrično povežemo s ploščo s pomočjo ukaza »Insertion point«, s katerim zagotovimo togo povezavo med referenčno osjo nosilca in referenčno ravnino plošče. Stebre na obeh koncih togo podpremo, pri čemer jim na vrhu omogočimo navpičen pomik. Na sliki 19 prikažemo osnovni računski model plošče. Za zagotovitev ustrezne natančnosti rezultatov analize v nadaljevanju ploskovne elemente razdelimo na manjše gradnike in sicer s pomočjo vgrajene avtomatske generacije, pri čemer velikost končnega elementa omejimo na 0,5 m. Na sliki 20 prikažemo idealiziran računski model po zgostitvi mreže končnih elementov. Na sliki 21 pa prikažemo deformirano lego plošče, nosilcev in stebrov zaradi vpliva lastne in stalne obtežbe.

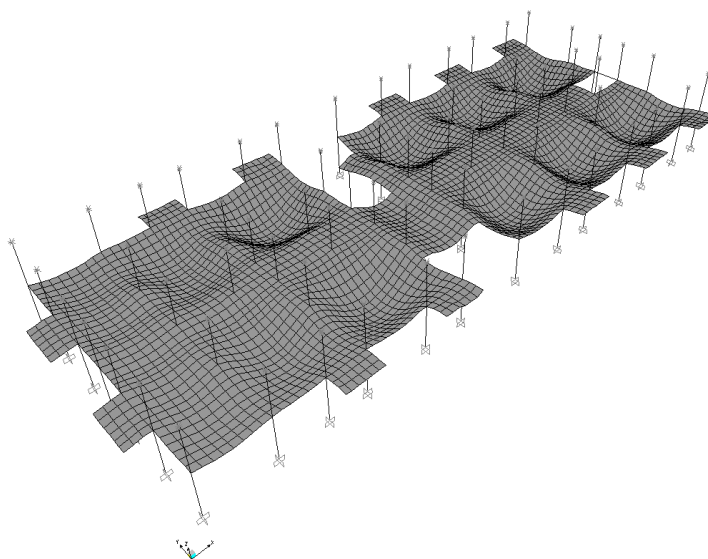


*Slika 19: 3D pogled na idealiziran računski model plošče pred avtomatsko generacijo mreže končnih elementov*



*Slika 20: 3D pogled na idealiziran računski model plošče po zgostitvi mreže končnih elementov*



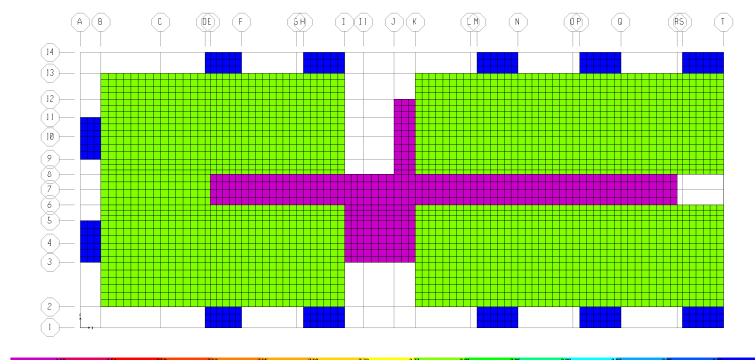


Slika 21: Deformirana lega medetažne konstrukcije zaradi vpliva lastne in stalne obtežbe

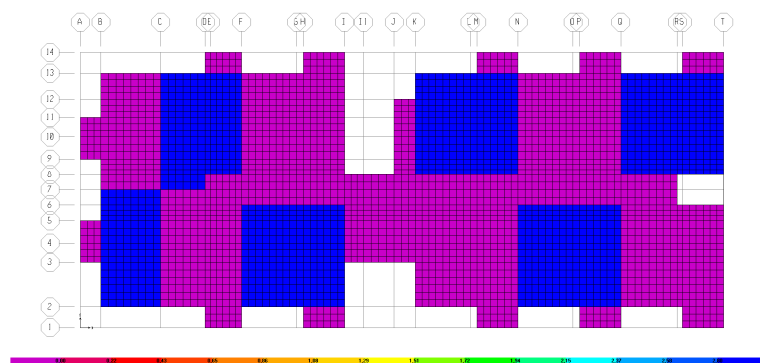
## 5.2 Upoštevani vplivi in kombinacija vplivov za mejna stanja nosilnosti

Zaradi velike togosti plošče v svoji ravnini, horizontalna obtežba ne povzroča večjih obremenitev v plošči, zato v analizi upoštevamo le obtežbo, ki deluje pravokotno na ravnino plošče. Težo plošče in koristno obtežbo podajamo kot enakomerno porazdeljeno ploskovno obtežbo, težo ograj, stopniščnih ram in opečnih sten pa kot enakomerno linijsko obtežbo. Ker program ne omogoča nanosa linijske obtežbe na ploskovne elemente, si v ta namen pomagamo s pomožnimi linijskimi elementi z zanemarljivo lastno težo in upogibno togostjo. Po določilih iz standarda **(SIST EN 1991-1-1:2005)** moramo koristno obtežbo upoštevati kot premično ter jo razporediti na najbolj neugodna mesta glede na obravnavani učinek vpliva. V ta namen tvorimo tri različne razporeditve koristne obtežbe, kot to prikazujemo na sliki 22.

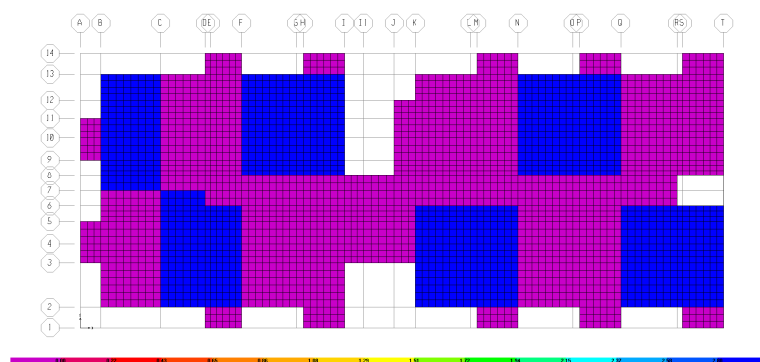
a) povsod – koristna obtežba razporejena po celotni površini plošče



b) šahovnica 1 – koristna obtežba razporejena po poljih



c) šahovnica 2 – koristna obtežba razporejena po poljih



Slika 22: Različni načini razporeditve koristne obtežbe na plošči (povsod, šahovnica 1, šahovnica 2)

Glede na upoštevane vplive (brez potresnega vpliva) tvorimo kombinacijo za mejna stanja nosilnosti po pravilu, ki velja za stalna in začasna projektna stanja (glej enačbo (4.2)), hkrati pa upoštevamo delne varnostne faktorje z vrednostmi, navedenimi v preglednici (29). Tri različne kombinacije vplivov za mejna stanja nosilnosti prikažemo v preglednici 32.

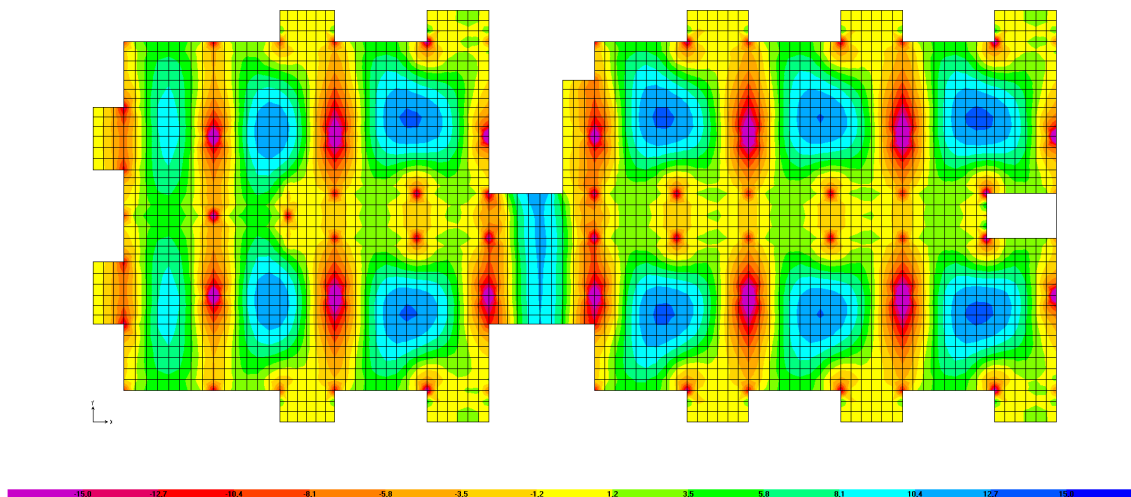
Preglednica 32: Kombinacije vplivov za obravnavano ploščo za mejna stanja nosilnosti

Kombinacije vplivov za MSN	Lastna + stalna obtežba	Koristna obtežba		
		Povsod	Šahovnica 1	Šahovnica 2
K1	1,35	1,5		
K2	1,35		1,5	
K3	1,35			1,5

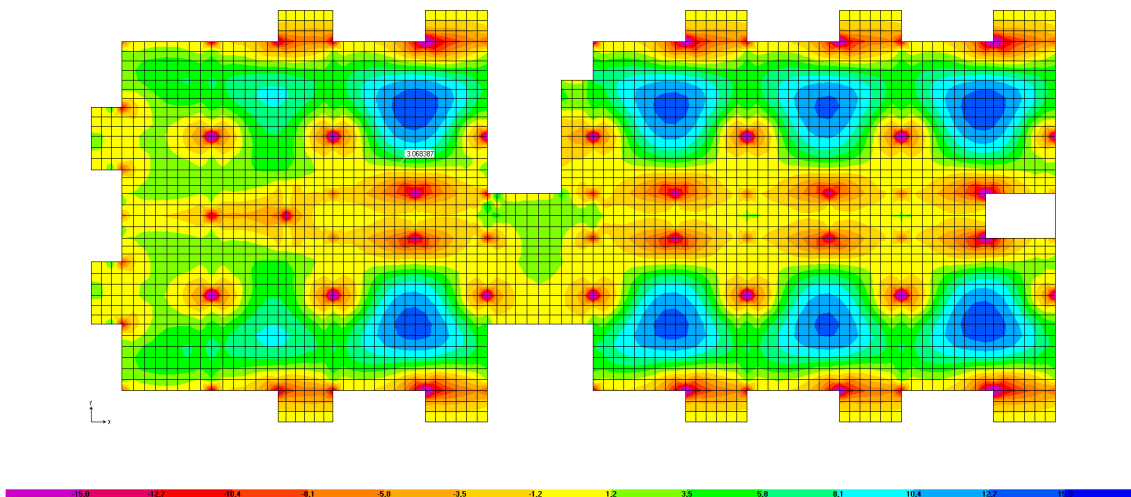
### 5.3 Projektne obremenitve v plošči

Projektne obremenitve v plošči kot učinek kombinacije vplivov za MSN, prikažemo na slikah od 23 do 32. Ker sočasno analiziramo tri kombinacije vplivov, na slikah prikazujemo ovojnice obremenitev. Vrednosti  $f_{11}$  in  $m_{11}$  prikazujeta osne sile in upogibne momente na enoto

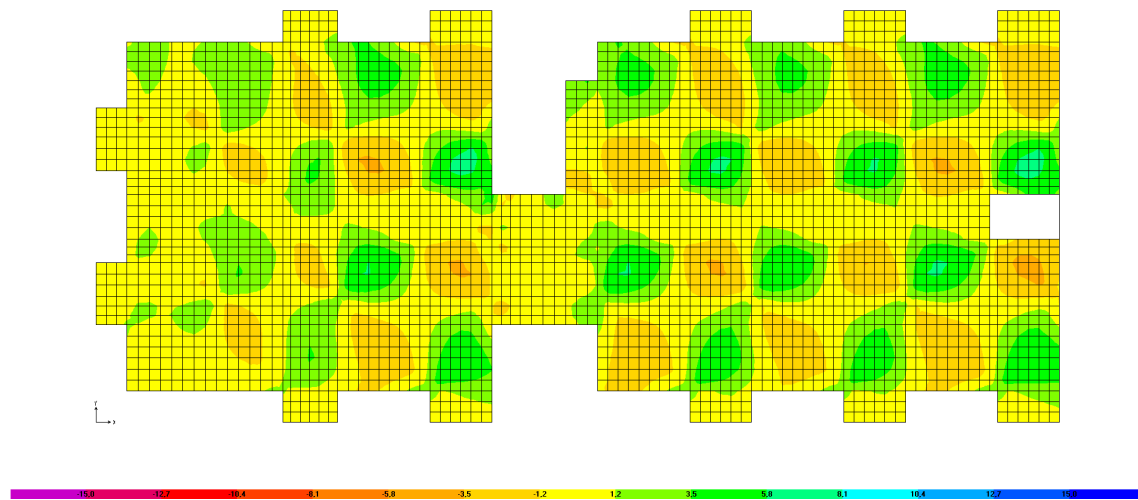
dolžine plošče, ki jih povzročajo normalne napetosti v smeri osi X,  $f_{22}$  in  $m_{22}$  pa osne sile in upogibne momente na enoto dolžine, ki jih povzročajo normalne napetosti v smeri osi Y. Torzijske momente v plošči označimo z  $m_{12}$ .



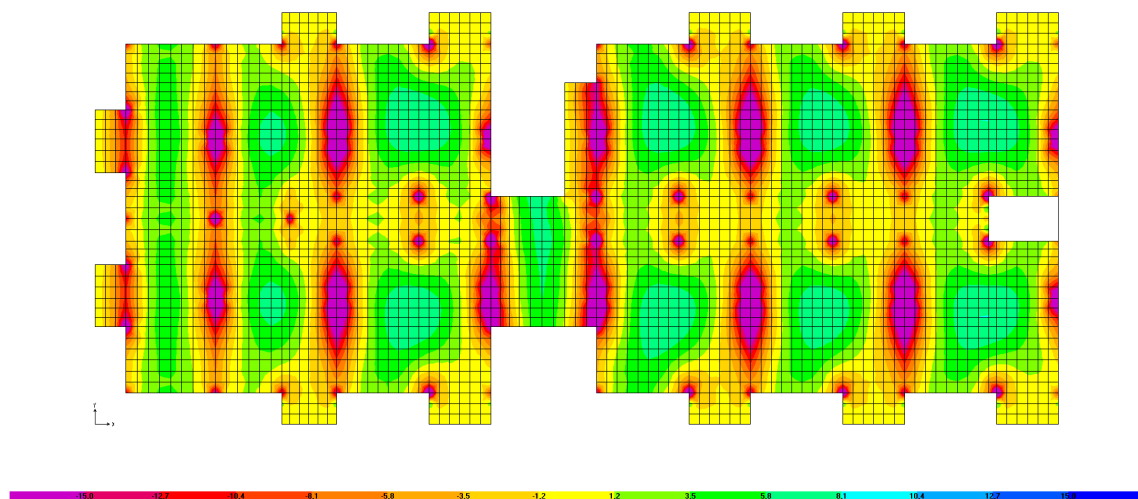
Slika 23: Ovojnica maksimalnih projektnih upogibnih momentov  $m_{11}$  [kNm/m]



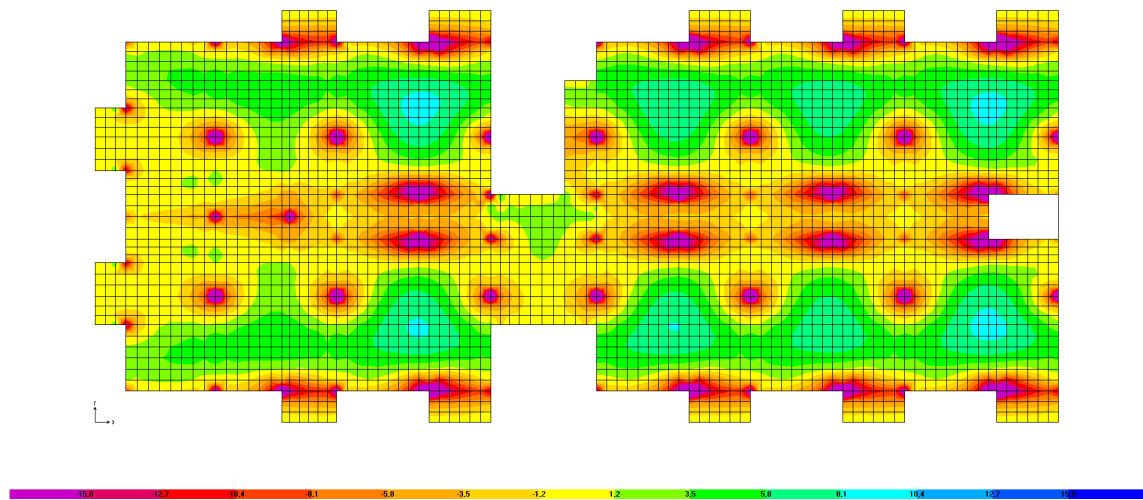
Slika 24: Ovojnica maksimalnih projektnih upogibnih momentov  $m_{22}$  [kNm/m]



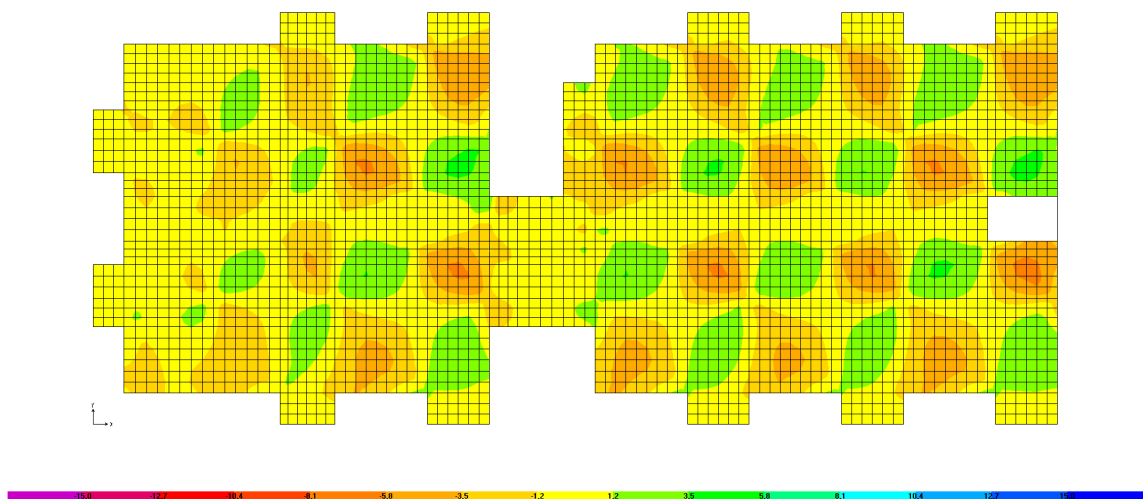
Slika 25: Ovojnica maksimalnih projektnih torzijskih momentov  $m_{12}$  [ $\text{kNm/m}$ ]



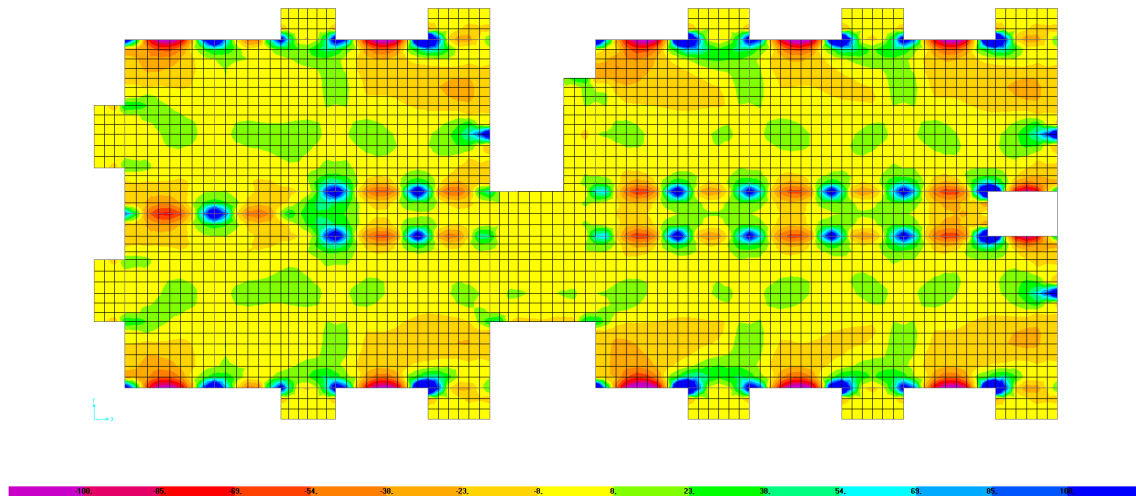
Slika 26: Ovojnica minimalnih projektnih upogibnih momentov  $m_{11}$  [ $\text{kNm/m}$ ]



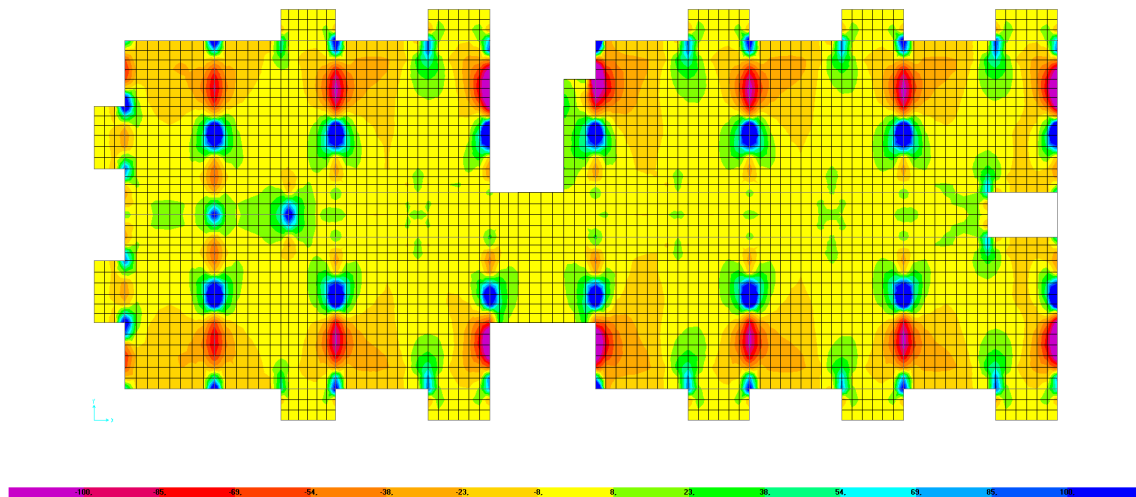
Slika 27: Ovojnica minimalnih projektnih upogibnih momentov  $m_{22}$  [ $\text{kNm/m}$ ]



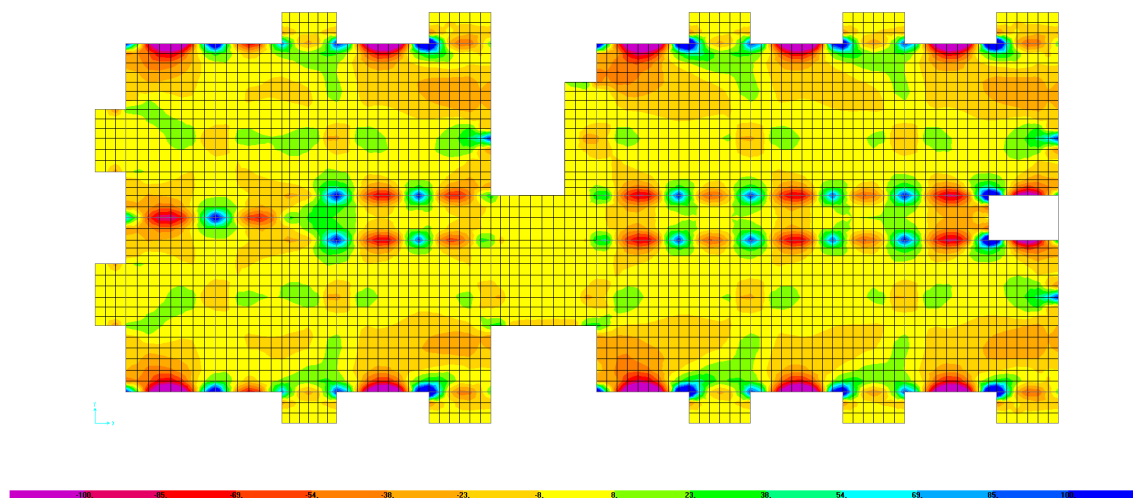
Slika 28: Ovojnica minimalnih projektnih torzijskih momentov  $m_{12}$  [ $\text{kNm/m}$ ]



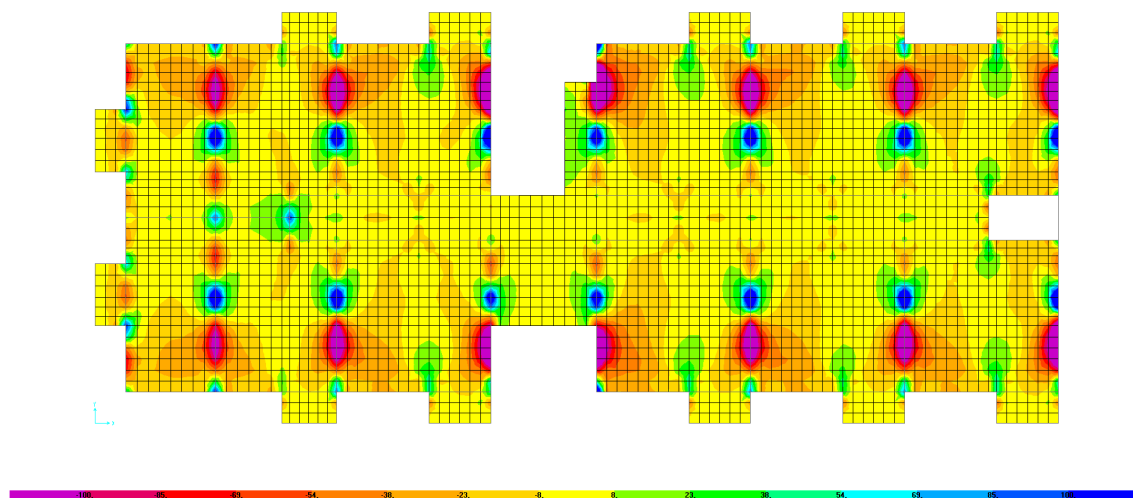
Slika 29: Ovojnica maksimalnih projektnih osnih sil  $f_{11}$  [kN/m]



Slika 30: Ovojnica maksimalnih projektnih osnih sil  $f_{22}$  [kN/m]

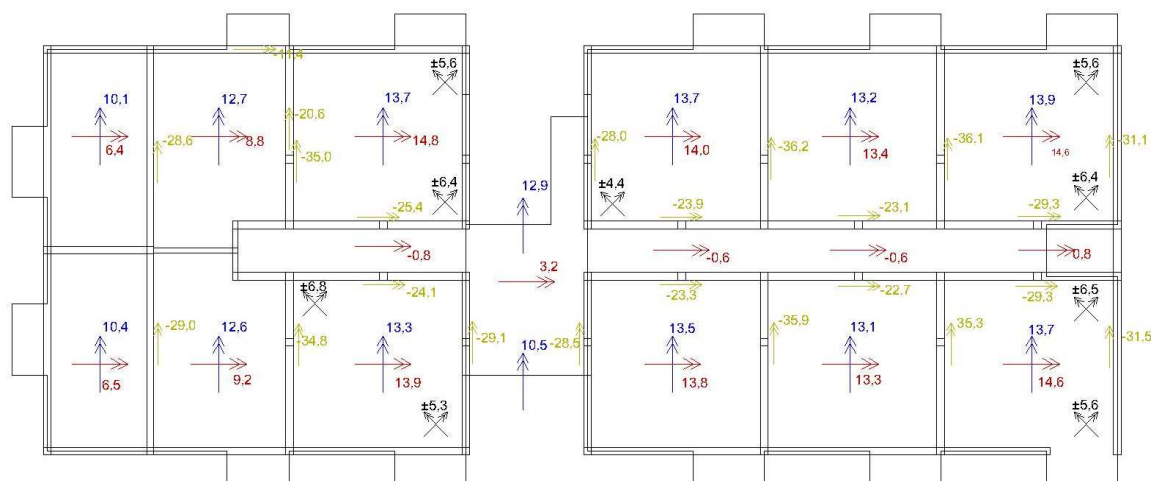


Slika 31: Ovojnica minimalnih projektnih osnih sil  $f_{11}$  [kN/m]



Slika 32: Ovojnica minimalnih projektnih osnih sil  $f_{22}$  [kN/m]

Skladno s pričakovanji so največje vrednosti pozitivnih momentov v poljih, negativnih pa ob podpori. Ovojnice maksimalnih projektnih obremenitev v nadaljevanju služijo za določitev spodnje vzdolžne armature v smeri osi X in Y, ovojnice minimalnih obremenitev pa za določitev zgornje vzdolžne armature. Izpis projektnih upogibnih in torzijskih momentov na značilnih mestih obravnavane plošče prikažemo na sliki 33. Ker smo steber pod ploščo pri modeliranju izvedli kot linijski element, dejansko pa gre za element s prečnim prerezo, je merodajna vrednost za dimenzioniranje tista, ki bi se nahajala na robu prečnega prereza.



Slika 33: Izpis projektnih vrednosti upogibnih in torzijskih momentov v obravnavani medetažni plošči [kNm/m]

## 5.5 Dimenzioniranje vzdolžne armature

Preden določimo potrebno vzdolžno armaturo v obravnavani AB plošči najprej definiramo minimalni potrebni oziroma maksimalni dovoljeni prečni prerez natezne armature. Skladno s standardom (**SIST EN 1992-1-1:2005**) je minimalni prerez vzdolžne armature določen na sledeč način:

$$A_{s,\min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \\ 0,0013 \cdot b_t \cdot d \end{array} \right. , \quad (5.1)$$

kjer je  $b_t$  širina natezne cone prereza,  $d$  statična višina prereza,  $f_{ctm}$  povprečna natezna trdnost betona,  $f_{yk}$  pa karakteristična meja elastičnosti armature.

Maksimalni prerez vzdolžne armature pa je določen z naslednjim izrazom:

$$A_{s,\max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot b_t \cdot h, \quad (5.2)$$

kjer je  $A_c$  površina prečnega prereza.

Minimalna in maksimalna količina vzdolžne armature za primer obravnavane plošče torej znaša:

$$A_{s,\min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,26 \cdot \frac{0,26}{50} \cdot 100 \cdot 12 \\ 0,0013 \cdot 100 \cdot 12 \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 1,62 \\ 1,56 \end{array} \right. = 1,62 \text{ cm}^2/\text{m},$$

$$A_s = 0,04 \cdot 100 \cdot 16 = 64 \text{ cm}^2/\text{m}.$$

Potrebno količino armature v plošči določimo s pomočjo programa SAP2000 (Computers and Structures, Inc. 2009). Pri dimenzioniranju armature program sočasno upošteva upogibno in torzijsko obremenitev, tako da armaturo v smeri osi X izračuna na podlagi obremenitve  $m_{11} \pm |m_{12}|$ , v smeri osi Y pa na podlagi obremenitve  $m_{22} \pm |m_{12}|$ . Dobljene količine preverimo še z računom armature s pomočjo tabel za dimenzioniranje AB prerezov na osno-upogibno obremenitev (**Rogač in sod., 1989**). Kontrolo izvedemo na mestih ekstremnih upogibnih

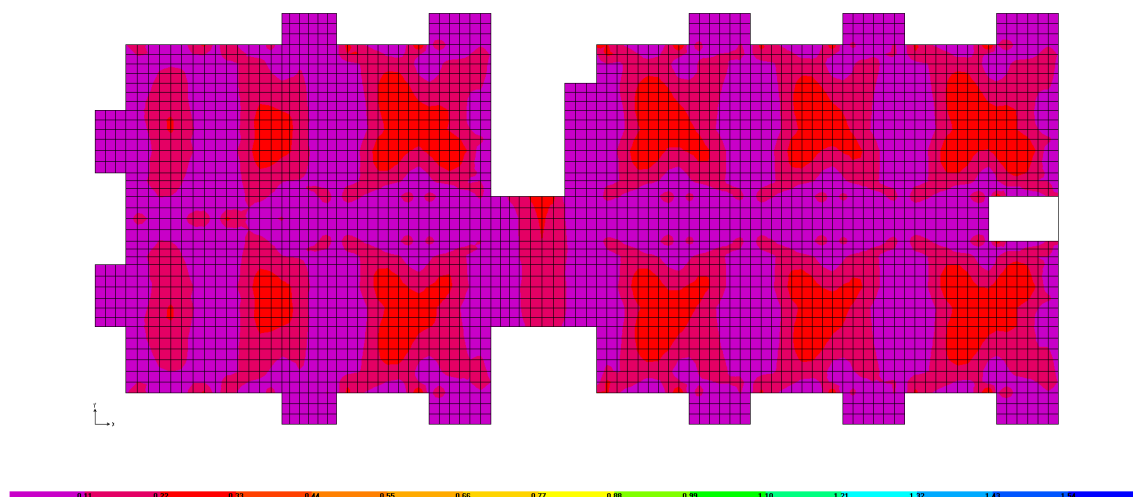


obremenitev. S korekcijo geometrijskih parametrov v programu SAP2000 (lega spodnje oz. zgornje armaturne ravnine) poskrbimo, da je ujemanje rezultatov čim boljše, pri čemer za referenčne vrednosti upoštevamo vrednosti, dobljene s pomočjo tabel (glej preglednico 33).

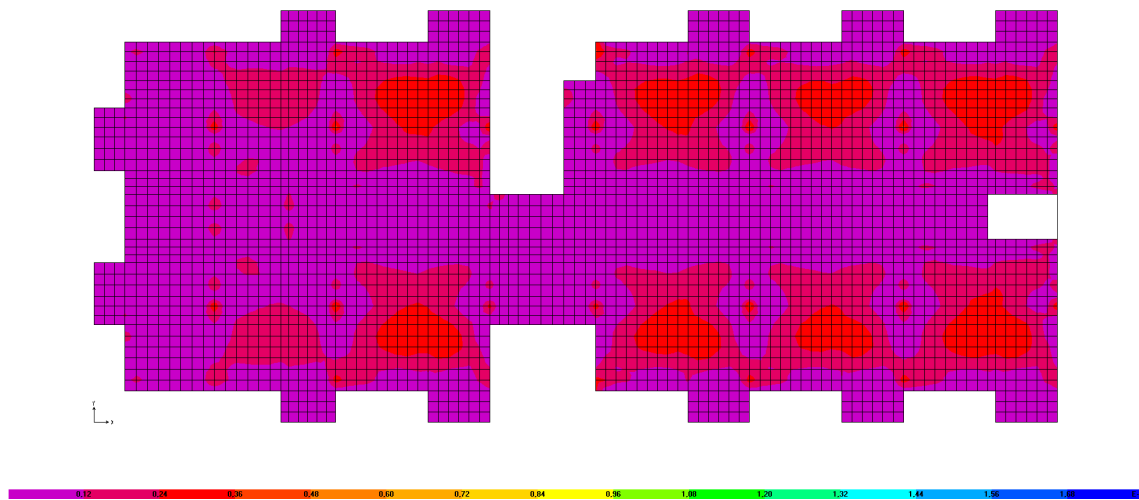
*Preglednica 33: Primerjava potrebne količine armature na izbranih mestih v obravnavani medetažni plošči*

Projektna obremenitev	Potrebna vzdolžna armatura	
	SAP2000	priročnik
$M_{Ed}$ [kNm/m]	$A_s$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_s$ [cm <sup>2</sup> /m]
14,8	3,00	2,96
13,7	2,67	2,74
35	7,28	7,31
29,1	6,04	6,00

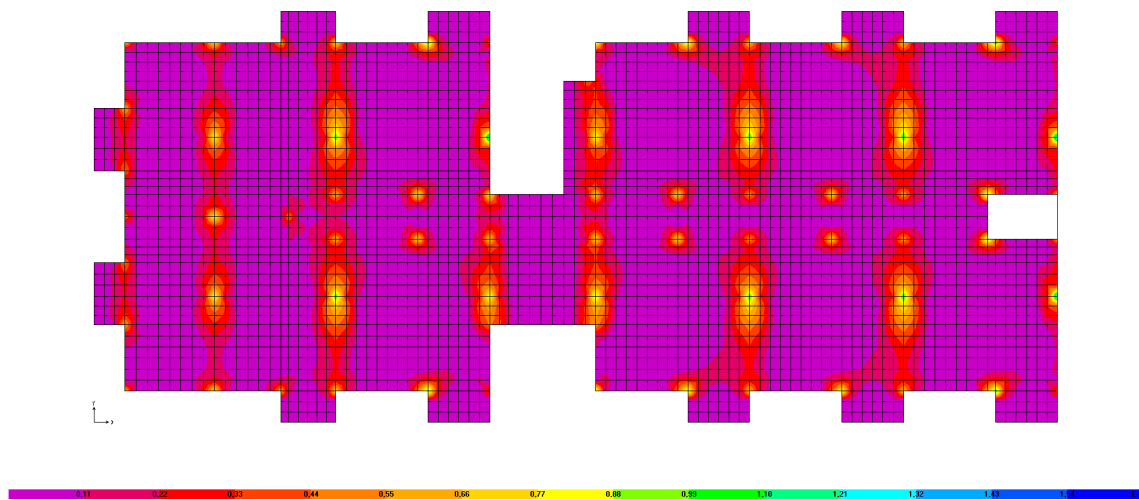
Na slikah 34 in 35 prikazujemo potrebno količino spodnje armature v smeri osi X in Y, na slikah 36 in 37 pa potrebno količino zgornje armature.



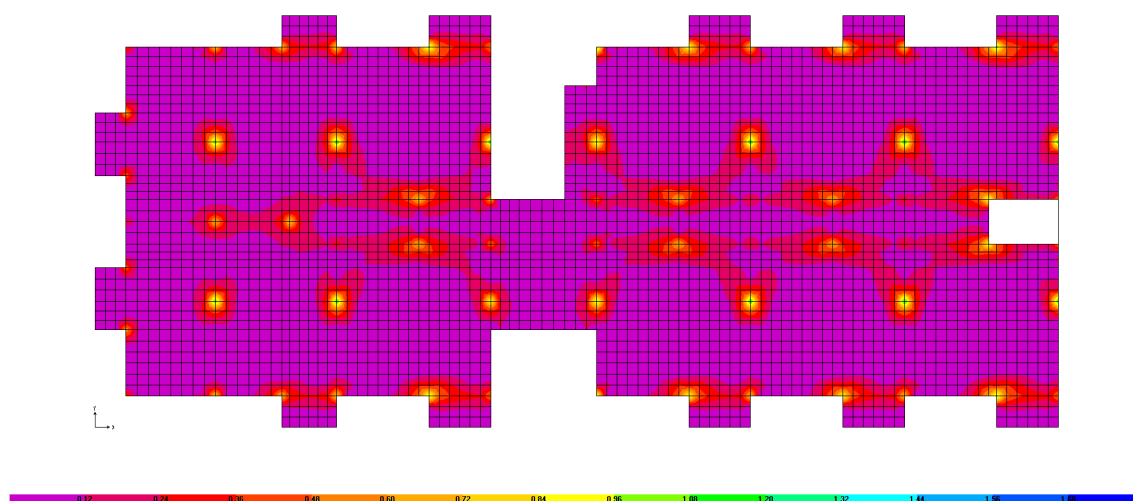
*Slika 34: Potrebna količina spodnje armature v smeri osi X [m<sup>2</sup>/m]*



Slika 35: Potrebna količina spodnje armature v smeri osi Y [m<sup>2</sup>/m]

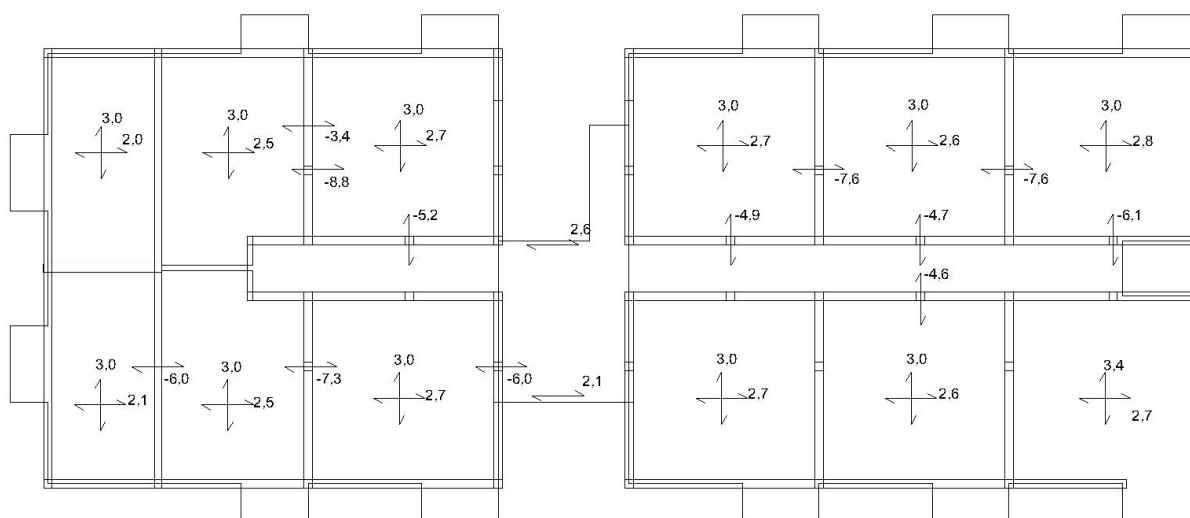


Slika 36: Potrebna količina zgornje armature v smeri osi X [m<sup>2</sup>/m]



Slika 37: Potrebna količina zgornje armature v smeri osi Y [ $m^2/m$ ]

V nadaljevanju na značilnih mestih v medetažni plošči izpišemo potrebne količine vzdolžne armature ter jih prikažemo na sliki 38. S predznakom »-« označimo armaturo, ki je bližje zgornjemu robu plošče, s predznakom »+« pa armaturo, ki jo potrebujemo na spodnjem robu.



Slika 38: Skica potrebne količine vzdolžne armature v plošči na tipičnih mestih [ $cm^2/m$ ]

## 5.6 Kontrola razmerja med razpetino in statično višino plošče (kontrola povosov)

Skladno s standardom (SIST EN 1992-1-1:2005) deformacije konstrukcije ne smejo biti takšne, da neugodno vplivajo na njeno nemoteno uporabo ali videz. Velikosti deformacij ne smejo presegati vrednosti, ki jih lahko prenesejo ostali povezani elementi, kot so predelne stene, zasteklitve, obloge, inštalacije in zaključni sloji. Skladno s členom 7.6.4 iz standarda se mejno stanje deformacij lahko dokaže z omejitvijo razmerja med razpetino in statično višino prereza ali s primerjavo izračunanega povosa v skladu s členom 7.4.3 z mejno vrednostjo. Pri obravnavani AB plošči uporabimo poenostavljeno metodo, pri kateri izračun

povesov plošče ni potreben, če mejno razmerje med razpetino in statično višino plošče ni preseženo. Mejno razmerje  $l/d$  določimo s pomočjo enačb:

$$\frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2\sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right], \quad \text{če je } \rho \leq \rho_0, \quad (5.3)$$

$$\frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12}\sqrt{f_{ck}} \sqrt{\frac{\rho'}{\rho_0}} \right], \quad \text{če je } \rho > \rho_0 \quad (5.4)$$

»kjer je  $K$  faktor, s katerim upoštevamo vpliv različnih statičnih sistemov,  $\rho_0$  je referenčna stopnja armiranja,  $\rho$  (oz.  $\rho'$ ) pa je zahtevana stopnja armiranja z natezno (oziroma tlačno) armaturo v sredini razpetine, ki je potrebna za prevzem upogibne obremenitve zaradi vpliva projektnih obtežb.« (SIST EN 1992-1-1:2005)

Razmerje med razpetino in statično višino preverimo v sredini zgornjega polja med osema F in I, kjer je upogibna obremenitev glede na razpetino plošče največja (glej sliko 18).

Referenčna stopnja armiranja je:

$$\rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = \sqrt{25} \cdot 10^{-3} = 0,005 = 0,5\%. \quad (5.5)$$

Zahtevano stopnjo armiranja določimo z izrazom:

$$\rho = \frac{A_{s,potr.}}{b \cdot d}. \quad (5.6)$$

Potrebna količina natezne armature na tem mestu znaša 2,7 cm<sup>2</sup>/m. Zahtevana stopnja armiranja torej je:

$$\rho = \frac{2,7}{100 \cdot 12} = 0,0023 = 0,23\%$$

Ker velja pogoj  $\rho \leq \rho_0$ , mejno razmerje med razpetino in statično višino plošče določimo s pomočjo izraza (5.3). Za vrednost faktorja  $K$  izberemo 1,3, ki je velja za končno polje neprekinjenih nosilcev in plošč, nosilnih v eni smeri, oziroma plošč, nosilnih v dveh smereh, ki so neprekinjene vzdolž ene stranice (glej Preglednico 7.4N v standardu SIST EN 1992-1-1:2005). Mejno razmerje je:

$$\frac{l}{d} = 1,3 \cdot \left[ 11 + 1,5 \cdot \sqrt{25} \cdot \frac{0,5}{0,23} + 3,2 \cdot \sqrt{25} \cdot \left( \frac{0,5}{0,23} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] = 62,7$$

Dejansko razmerje med razpetino in statično višino plošče pa znaša:

$$\left( \frac{l}{d} \right)_{dej} = \frac{675}{12} = 56,3. \quad (5.7)$$

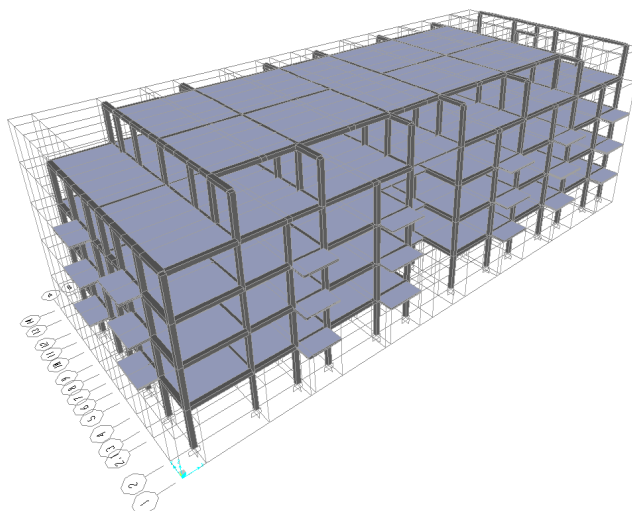
Ker je dejansko razmerje  $l/d$  manjše od mejnega, kontrola povesov za obravnavano medetažno konstrukcijo ni potrebna.

## 6. PROJEKTIRANJE VERTIKALNIH NOSILNIH ELEMENTOV

Poleg analize in projektiranja tipične medetažne konstrukcije v okviru diplomske naloge analiziramo tudi vertikalno nosilno konstrukcijo obravnavane stavbe. Le ta je izvedena kot prostorski AB okvirni sistem, ki ga sestavljajo stebri z dimenzijami 30/30, 30/25, 30/20 in 20/20 cm, ki so v višini etaž povezani z vzdolžnimi in prečnimi nosilci pod ploščo dimenzij  $b/h = 30/27$ ,  $25/27$  in  $20/27$  cm, pri čemer debelina AB plošče znaša 16 cm. Ker je vodoravni vpliv vetra bistveno manjši od vodoravnega potresnega vpliva, elemente vertikalne nosilne konstrukcije projektiramo na potresna projektna stanja. To pomeni, da v analizi poleg lastne in stalne obtežbe ter koristne obtežbe na medetažnih konstrukcijah, upoštevamo še vodoravno potresno obtežbo (glej izraz (4.3)). Za izvedbo analize ustrezno nadgradimo idealiziran računski model, ki smo ga uporabili za analizo medetažne konstrukcije. Predstavimo ga v nadaljevanju.

### 6.1 Idealiziran računski model nosilne konstrukcije stavbe brez polnil

Kot smo že predhodno omenili, za izdelavo oziroma nadgradnjo modela uporabimo program SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2009). Stebre in nosilce modeliramo z linijskimi elementi, medtem ko medetažne in strešno ploščo s ploskovnimi elementi tipa »Shell-Thin«. Tako zagotovimo ustrezen raznos obtežbe s plošč na okvirni sistem. Pri tem upoštevamo, da so vse plošče neskončno toge v svoji ravnini. Pri modeliranju nosilcev zanemarimo sodelujočo širino plošče. Pri analizi potresnega vpliva moramo dodatno upoštevati razpokanost prečnih nosilnih elementov, zato vsem stebrom zmanjšamo elastično upogibno in strižno togost za polovico. Obravnavamo le konstrukcijo nad togo kletjo. Pri tem vse stebre togo vpneemo v ploščo nad kletjo. Na sliki 39 prikazujemo idealiziran računski model nosilne konstrukcije obravnavane stavbe.



Slika 39: Idealiziran prostorski računski model nosilne konstrukcije

Iz projektne dokumentacije razberemo, da so na nekaterih mestih betonski okviri zapolnjeni z opečnimi polnili. Standard **(SIST EN 1998-1:2006)** navaja, da moramo polnila, ki pomembno povečajo vodoravno togost in nosilnost stavbe, v analizi upoštevati. Pri tem pa polnila z več kot eno pomembno odprtino zanemarimo. V primeru tlorsno nesimetrične razporeditve polnil pa je za analizo konstrukcije nujno potrebna uporaba prostorskega modela. Preden se lotimo dopolnitve obstoječega modela nosilne konstrukcije z opečnimi polnili, predstavimo rezultate

analize lastnega nihanja modela konstrukcije brez polnil. Rezultati bodo služili za oceno vpliva polnil na obnašanje in obremenitve v konstrukciji.

### 6.1.1 Analiza lastnega nihanja

Skladno s točko 4.3.1 iz standardu **(SIST EN 1998-1:2006)** pri analizi lastnega nihanja maso in masne momente koncentriramo v geometrijskem težišču vsake izmed etaž in pri tem dodatno upoštevamo vpliv slučajne ekscentričnosti. Masno središče vsake etaže skladno z določili iz standarda **(SIST EN 1998-1:2006)** premaknemo za naključno ekscentričnost  $e_{ai}$ , ki je:

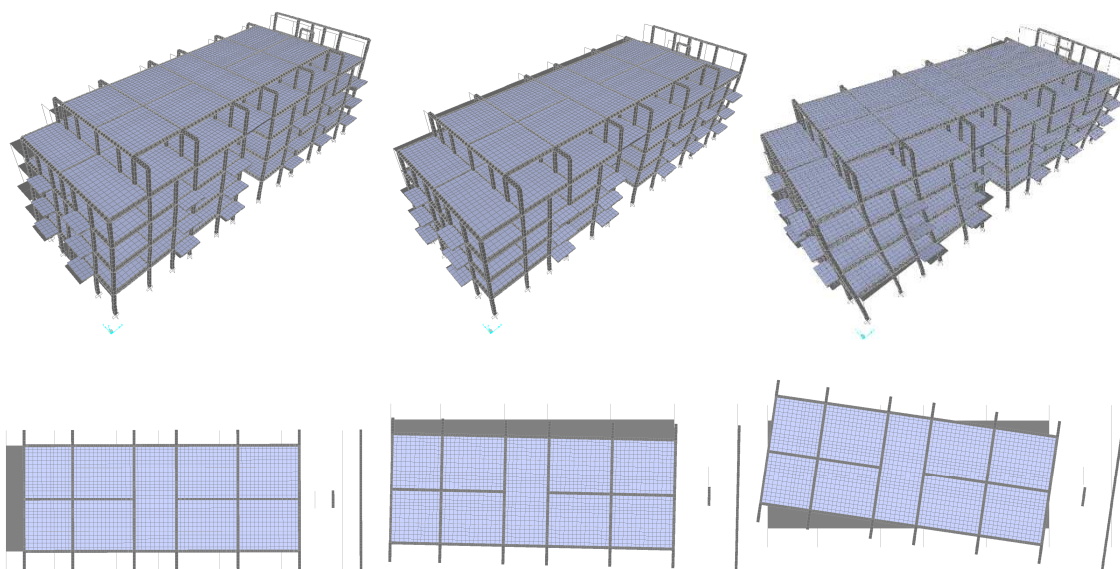
$$e_{ai} = \pm 0,05 \cdot L_i. \quad (6.1)$$

Pri tem je  $L_i$  tlorisna dimenzija  $i$ -te etaže, pravokotna na smer potresnega vpliva. Naključno ekscentričnost mase upoštevamo v isti smeri za vse etaže. V preglednici 34 prikazemo ekscentričnosti posameznih etaž.

Preglednica 34: Naključne ekscentričnosti mas v smeri osi X in Y po etažah

Etaža	$e_{ax}$ [m]	$e_{ay}$ [m]
streha	-1,51	-0,58
1 do 4	-2,05	-0,77

Mase po etažah smo izračunali v podpoglavju 3.5.2 ter jih predstavil v preglednici 28. Na sliki 40 prikazemo prve tri nihajne oblike sistema.



Slika 40: Prve tri nihajne oblike idealiziranega računskega modela konstrukcije brez polnil (od leve proti desni)

Iz slike 40 je razvidno, da je prva nihajna oblika translacijska v vzdolžni smeri stavbe (smer X), druga pretežno translacijska, vendar v prečni smeri stavbe (smer Y), tretja nihajna oblika pa je izrazito torzijska. Nihajne čase in participacijo učinkovitih modalnih mas za posamezne nihajne oblike predstavimo v preglednici 35.

Preglednica 35: Nihajni časi in participacija mas idealiziranega računskega modela konstrukcije brez polnil

Nihajna oblika	Nihajni čas [s]	Efektivne mase v X smeri	Efektivne mase v Y smeri	Efektivne mase okoli Z osi	Vsota efektivnih mas v X smeri	Vsota efektivnih mas v X smeri	Vsota efektivnih mas okoli Z osi X smeri
1	1,07	81,1%	2,2%	1,9%	81,1%	2,2%	1,9%
2	1,02	3,2%	74,9%	4,4%	84,3%	77,1%	6,3%
3	0,84	1,0%	4,9%	78,6%	85,3%	82,0%	84,9%
4	0,39	8,4%	0,0%	0,0%	93,7%	82,0%	84,9%
5	0,35	0,0%	9,6%	0,8%	93,7%	91,6%	85,7%
6	0,29	0,0%	0,9%	9,1%	93,7%	92,5%	94,8%
7	0,26	3,7%	0,0%	0,2%	97,4%	92,6%	95,0%
8	0,22	0,0%	3,8%	0,4%	97,4%	96,3%	95,3%
9	0,19	1,6%	0,1%	0,6%	99,0%	96,4%	95,9%
10	0,18	0,4%	0,3%	2,8%	99,4%	96,7%	98,8%
11	0,17	0,0%	2,2%	0,0%	99,4%	98,9%	98,8%
12	0,16	0,2%	0,2%	0,1%	99,6%	99,1%	98,9%
13	0,15	0,4%	0,3%	0,0%	100,0%	99,5%	98,9%
14	0,14	0,0%	0,5%	1,1%	100,0%	100,0%	100,0%
15	0,12	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Skladno z evrokodom (1998-1:2006) moramo v analizi upoštevati vse nihajne oblike pri katerih vsota efektivnih modalnih mas znaša vsaj 90% celotne mase in upoštevati vse nihajne oblike z efektivnimi masami, ki so večje od 5% celotne mase. To pomeni, da bi pri obravnavanem modelu zadoščalo, če bi upoštevati že prvih 6 nihajnih oblik.

### 6.1.2 Določitev faktorja obnašanja in projektni spekter

Osnovna vrednost faktorja obnašanja je po evrokodu odvisna od konstrukcijskega sistema in njegove pravilnosti po višini. Nosilna konstrukcija obravnavane stavbe je prostorski okvirni sistem, ki pa ni torzijsko podajen (prvi dve nihajni obliki sta pretežno translacijski). Tako je osnovna vrednost faktorja obnašanja takšnega sistema, ob predpostavki da je pravilen po višini, enak (glej Preglednico 5.1, SIST EN 1998-1:2006):

$$q_0 = 3,0 \frac{\alpha_U}{\alpha_1}. \quad (6.2)$$

Pri tem je  $\alpha_U$  faktor, s katerim pomnožimo vodoravni potresni projektni vpliv tako, da se v prvem elementu konstrukcije doseže upogibna odpornost,  $\alpha_1$  pa faktor, s katerim pomnožimo vodoravni potresni projektni vpliv tako, da nastanejo plastični členki v zadostnem številu prereзов za nastop globalne nestabilnosti konstrukcije. Nosilno konstrukcijo obravnavane stavbe projektiramo na srednjo stopnjo duktilnosti (DCM). Razmerje  $\alpha_U/\alpha_1$  je definirano v evrokodu in sicer, za primer več-etažnega okvira z več polji vrednost enaka  $\alpha_U/\alpha_1 = 1,3$ . Torej:

$$q_0 = 3,0 \cdot 1,3 = 3,9.$$

Ker pa nosilna konstrukcija obravnavane stavbe ni tlorisno pravilna po višini, moramo osnovno vrednost faktorja obnašanja zmanjšati za 20%. Tako dobimo:

$$q_0 = 0,8 \cdot 3,9 = 3,12$$

Sedaj s pomočjo enačbe (6.3) določimo še faktor obnašanja. Pri tem je  $k_w$  faktor, ki upošteva prevladujoč način rušenja pri konstrukcijskih sistemih s stenami in je za okvirni sistem enak 1,0. Faktor obnašanja za obravnavano konstrukcijo tako znaša:

$$q = q_0 k_w = 3,12 \cdot 1,0 = 3,12 \geq 1,5. \quad (6.3)$$

Projektni spekter za elastično analizo izračunamo s pomočjo enačb (6.4) do (6.7), ki jih podaja evrokod (**SIST EN 1998-1:2006**), v členu 3.2.2.5.

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[ \frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left( \frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right], \quad (6.4)$$

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q}, \quad (6.5)$$

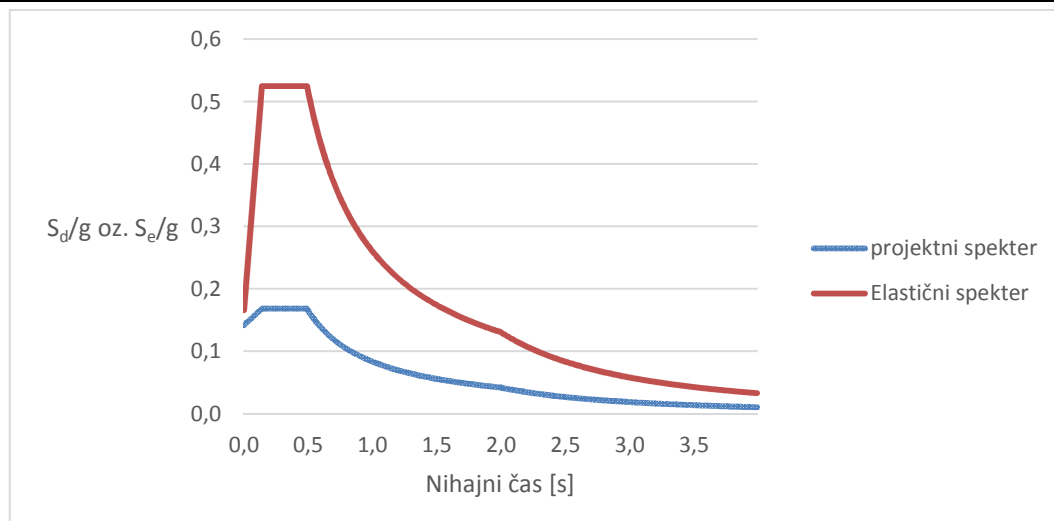
$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_d(T) = \begin{cases} a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[ \frac{T_C}{T} \right], \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \quad (6.6)$$

$$T_D \leq T \quad S_d(T) = \begin{cases} a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[ \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right], \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \quad (6.7)$$

» $S_d$  je vrednost ordinate v projektne spektru,  $a_g$  je projektne pospešek tal in za obravnavano stavbo znaša  $a_g = 0,175 \text{ g}$  (glej enačbo (3.18)),  $S$  je faktor tal (predpostavili smo, da obravnavana stavba leži na tleh tipa B),  $T_B$  in  $T_C$  sta spodnja oziroma zgornja meja nihajnega časa na območju spektra, kjer ima spektralni pospešek konstantno vrednost,  $T_D$  je vrednost nihajnega časa, pri katerem se začne območje konstantne vrednosti spektralnega pomika,  $\beta$  pa faktor, ki določa spodnjo mejo pri vodoravnem projektne spektru.« (SIST EN 1998-1:2006)

Vrednosti parametrov  $S$ ,  $T_B$ ,  $T_C$  in  $T_D$  so podane v Preglednici 3.2 v standardu (**SIST EN 1998-1:2006**) in za tip tal B znašajo  $S = 1,2$ ,  $T_B = 0,15 \text{ s}$ ,  $T_C = 0,5 \text{ s}$  in  $T_D = 2,0 \text{ s}$ . Na sliki 41 prikazujemo elastični in projektne spekter pospeškov za nosilno konstrukcijo obravnavane stavbe.





Slika 41: Elastični in projektni spekter pospeškov za tip tal B in faktor obnašanja  $q = 3,12$

## 6.2 Idealiziran računski model nosilne konstrukcije stavbe z upoštevanjem polnil

Pri modeliranju nosilne konstrukcije opečna polnila upoštevamo z eno tlačno diagonalo v vsaki smeri, ki je na nosilno konstrukcijo priključena na spoju prečke in stebra. Za določitev togosti je na voljo več postopkov, med najbolj pogostimi pa je postopek, ki ga priporoča Fardis (**Fardis, 1996**). Začetno horizontalno togost nadomestne diagonale izračunamo z enačbo:

$$K_{el,h} = \frac{G_W \cdot A_W}{h_W} \quad (6.8)$$

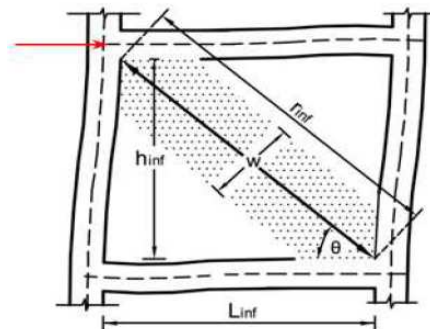
Pri tem je  $G_W$  strižni modul polnila,  $A_W$  je horizontalni prerez polnila,  $h_W$  pa višina polnila. Zaradi drugačne usmeritve nadomestne diagonale, moramo njeno horizontalno nadomestno togost pretvoriti v osno togost. To storimo s pomočjo izraza (6.9), pri čemer je  $\theta$  kot, ki ga oklepa diagonala s horizontalno osjo.

$$K_{el,d} = \frac{K_{el,h}}{\cos^2 \theta} \quad (6.9)$$

Pri linearni analizi je togost nadomestne diagonale v osi definirana z naslednjim izrazom (**Moretti, 2015**):

$$K_{strut,el} = \frac{A_d \cdot E_{inf}}{r_{inf}} \quad (6.10)$$

Pri tem je  $K_{strut,el}$  elastična osna togost nadomestne diagonale,  $A_d$  je površina njenega prečnega prereza,  $E_{inf}$  je elastični modul opečnega polnila in  $r_{inf}$  dolžina nadomestne diagonale.

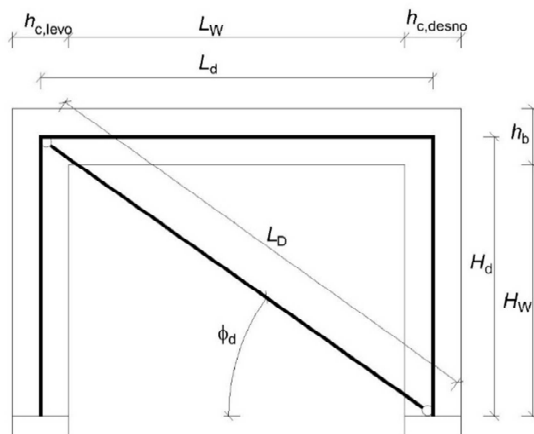


Slika 42: Geometrijske karakteristike polnila in nadomestne diagonale (Moretti, 2015)

Prečni prerez nadomestne diagonale je definiran z izrazom (Moretti, 2015):

$$A_d = t_{inf} \cdot w, \quad (6.11)$$

kjer je  $t_{inf}$  dejanska debelina polnila,  $w$  pa sodelujoča širina polnila v smeri diagonale.



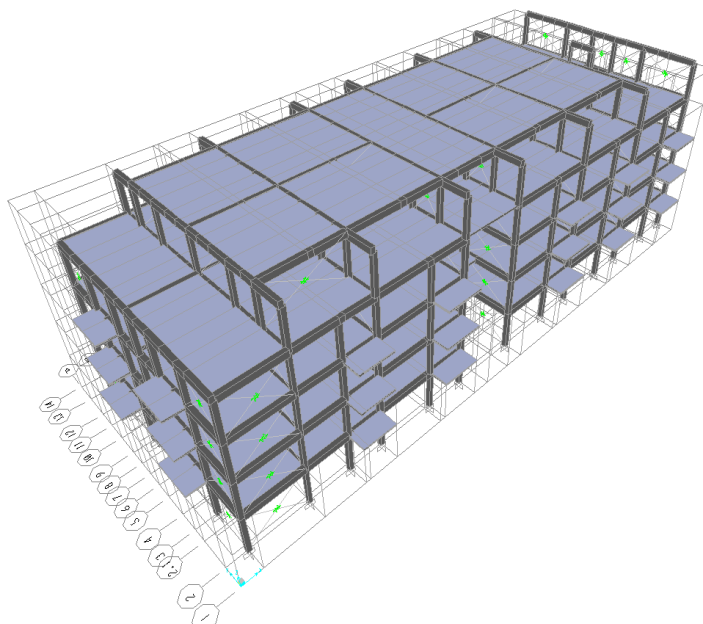
Slika 43: Geometrijske lastnosti polnil

V preglednici 36 podamo geometrijske lastnosti polnil in pripadajočo osno togost nadomestnih diagonal. Začetno vrednost togosti pomnožimo s faktorjem  $0,25 = 0,5 \cdot 0,5$ , pri čemer je prvi faktor 0,5 posledica razpokanosti, drugi faktor 0,5 pa posledica vpliva diagonale v drugi smeri.

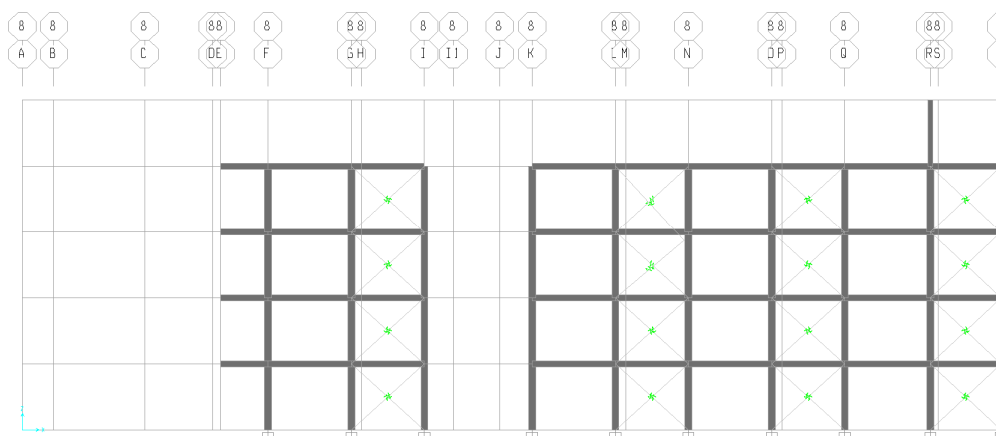
Preglednica 36: Geometrijske in togostne karakteristike nadomestnih diagonal

Nadomestna diagonalna	$H_w$ [cm]	$L_w$ [cm]	$t_w$ [cm]	$L_D$ [cm]	$K_{el,h}$ [kN/cm]	$K_{el,d}$ [kN/cm]	$K_{el,d,red}$ [kN/cm]
<b>1A</b>	269	365	29	480,8	1967,5	3174,8	794
<b>1B</b>	269	505	29	597,3	2722,1	3612,3	903
<b>2B</b>	269	300	19	428,1	1059,5	1975,5	494
<b>3A</b>	269	645	29	723,2	3476,8	4193,6	1048
<b>3B</b>	269	285	29	422,5	1536,2	3077,6	769
<b>4B</b>	269	260	29	405,2	1401,5	3076,5	769
<b>5A</b>	269	185	29	358,9	997,2	3259,8	815
<b>5B</b>	269	385	19	498,2	1359,7	2125,1	531
<b>6B</b>	269	385	29	498,2	2075,3	3243,6	811
<b>7A</b>	269	220	29	379,4	1185,9	3130,4	783
<b>7B</b>	269	170	29	350,8	916,4	3349,3	837

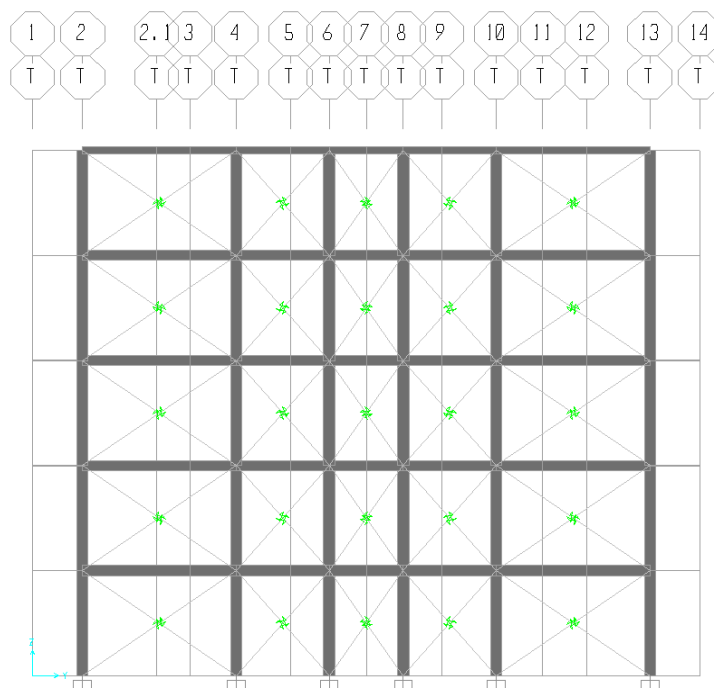
V idealiziranem računskem modelu nosilne konstrukcije obravnavane stavbe nadomestne diagonale modeliramo z uporabo elementov »Link/Support«. Tako dopolnjen računski model prikažemo na slikah 44 do 46.



Slika 44: Idealiziran prostorski računski model nosilne konstrukcije z nadomestnimi diagonalami



Slika 45: Razporeditev nadomestnih tlačnih diagonal v vzdolžni smeri konstrukcije (v osi 8)



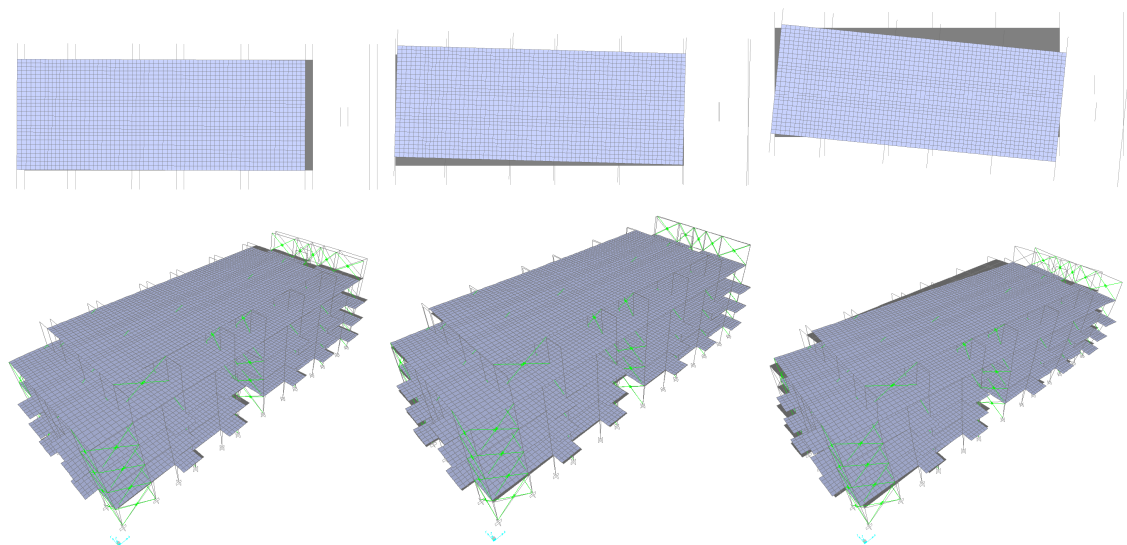
Slika 46: Razporeditev nadomestnih tlačnih diagonal v prečni smeri konstrukcije (v osi T)

V preglednici 37 prikažemo nihajne čase konstrukcije in participacijo mas za računski model z upoštevanjem opečnih polnil.

Preglednica 37: Nihajni časi in participacija mas, idealiziranega računskega modela konstrukcije z upoštevanjem polnil

Nihajna oblika	Nihajni čas [s]	Efektivne mase v X smeri	Efektivne mase v Y smeri	Efektivne mase okoli Z osi	Vsota efektivnih mas v X smeri	Vsota efektivnih mas v X smeri	Vsota efektivnih mas okoli Z osi X smeri
1	0,51	84,2%	0,1%	0,2%	84,2%	0,1%	0,2%
2	0,39	0,2%	57,5%	24,2%	84,5%	57,6%	24,4%
3	0,27	0,0%	23,7%	62,0%	84,5%	81,3%	86,4%
4	0,17	9,9%	1,0%	0,1%	94,4%	82,3%	86,5%
5	0,17	1,4%	7,1%	0,6%	95,8%	89,4%	87,1%
6	0,12	2,1%	0,4%	0,7%	97,8%	89,8%	87,9%
7	0,11	0,4%	2,9%	3,7%	98,3%	92,7%	91,6%
8	0,09	0,0%	4,7%	5,4%	98,3%	97,4%	97,0%
9	0,09	1,3%	0,0%	0,1%	99,6%	97,4%	97,1%
10	0,08	0,4%	0,0%	0,0%	100,0%	97,4%	97,1%
11	0,07	0,0%	1,0%	1,0%	100,0%	98,4%	98,1%
12	0,06	0,0%	0,5%	0,0%	100,0%	98,9%	98,1%
13	0,06	0,0%	0,8%	1,5%	100,0%	99,7%	99,6%
14	0,05	0,0%	0,3%	0,4%	100,0%	100,0%	100,0%
15	0,04	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Na sliki 47 prikažemo še prve tri nihajne oblike konstrukcije s polnili.

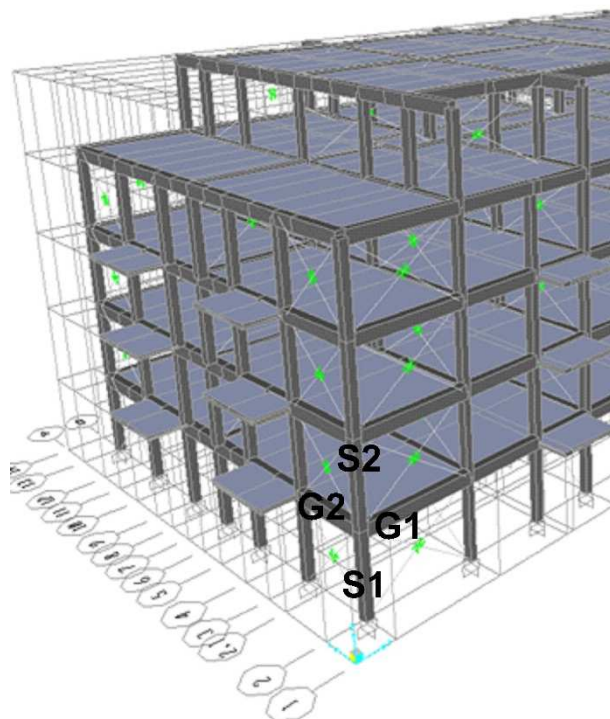


Slika 47: Prve tri nihajne oblike lastnega nihanja konstrukcije s polnili (od leve proti desni)

Ugotovimo, da zaradi polnil ni bistvenih sprememb pri nihajnih oblikah konstrukcije (prvi dve nihajni obliki sta še vedno pretežno translacijski), so pa nihajni časi konstrukcije bistveno manjši. Tako se nihajni čas za prvo nihajno obliko (translacijska v X smeri) zmanjša za več kot polovico in sicer z 1,07 sek na 0,51 sek. To pomeni, da opečna polnila pomembno povečajo vodoravno togost konstrukcije in jih v analizi moramo upoštevati.

### 6.3 Dimenzioniranje značilnih elementov

V tem poglavju na primeru treh elementov nosilne konstrukcije prikažemo postopke projektiranja in dimenzioniranja vertikalnih nosilnih elementov skladno z določili standardov evrokod (**SIST EN 1998-1:2006**), ki veljajo za potresna projektna stanja. Izberemo AB gredi G1 in G2 ter AB steber S1. Lego izbranih elementov prikazujemo na sliki 48.



Slika 48: Prikaz lege obravnavanih elementov vertikalne nosilne konstrukcije

Za izvedbo analize konstrukcije uporabimo idealiziran računski model konstrukcije z nadomestnimi diagonalami.

#### 6.3.1 Upoštevani vplivi in kombinacije vplivov za potresna projektna stanja

Pri analizi vertikalnih nosilnih elementov poleg lastne in stalne obtežbe ter koristne obtežbe na medetažnih konstrukcijah, upoštevamo še potresno obtežbo kot merodajen vodoravni vpliv. V tem primeru koristno obtežbo upoštevamo kot enakomerno razporejeno po vseh etažah.

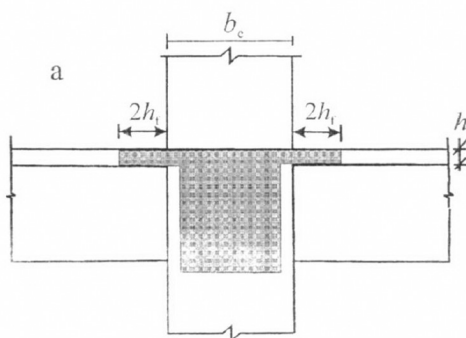
V preglednici 38 prikažemo dve različni kombinaciji vplivov za potresna projektna stanja, ki jih tvorimo skladno z izrazom (4.3).

Preglednica 38: Kombinacija vplivov za analizo vertikalnih nosilnih elementov za potresna projektna stanja

Kombinacija vplivov za potresna projektna stanja	Lastna in stalna obtežba	Koristna obtežba-povsod	Potresni vpliv v smeri X	Potresni vpliv v smeri Y
K1	1	0,3	1	0,3
K2	1	0,3	0,3	1

### 6.3.2 Dimenzioniranje gred G1 in G2

Pravokotna prečna prereza obeh gred sta enakih dimenzij in sta  $b/h = 30/43$  cm, dolžina grede G1 znaša  $l_1 = 3,91$  m, dolžina grede G2 pa  $l_2 = 2,93$  m. Desno krajišče grede G2 in levo krajišče grede G1 se stikata na zgornji točki stebra S1 (glej sliko 49). Sodelujočo širino plošče določimo v skladu s točko 5.4.3.1.1(3) iz standarda (SIST EN 1998-1-2005). Pri primarnih potresnih gredah ob zunanjih stebrih upoštevamo, da je sodelujoča širina  $b_{\text{eff}}$  enaka širini stebra  $b_c$ , če v prečni smeri ni grede. V kolikor je tudi v prečni smeri greda, se lahko upošteva sodelujoča širina na vsaki strani poveča za  $2h_f$  (glej sliko 49).



Slika 49: Sodelujoča širina  $b_{\text{eff}}$  pasnice gred, ki so vpete v stebre (povzeto po: Slika 5.5, SIST EN 1998-1:2005)

Obravnavani gredi se stikujeta ob vogalnem stebri, zato upoštevamo sodelujočo širino pasnice le na eni strani, tako da sodelujoča širina znaša:

$$b_{\text{eff}} = b_c + 2h_f = 30 + 2 \cdot 16 = 62 \text{ cm.} \quad (6.12)$$

#### 6.3.2.1 Geometrijske omejitve

Skladno s členom 5.4.1.2.1 v standardu (SIST EN 1998-1:2005) moramo pri gredah, ki jih dimenzioniramo na srednjo stopnjo duktilnosti (DCM), omejiti ekscentričnost osi glede na os stebra, v katerega se greda vpenja. S tem omogočimo učinkovit prenos cikličnih momentov iz primarne potresne grede v stebri. Zahteva je izpolnjena, če je razdalja med težiščnima osemama obeh elementov manjša od  $b_c/4$ , kjer je  $b_c$  največja dimenzija prečnega prereza stebra, normalna na vzdolžno os grede. Pri obravnavanih gredah je zamaknjenost osi glede na os stebra enaka 0 cm, zato je zahteva izpolnjena, saj mejna razdalja znaša 7,5 cm.

Da izkoristimo ugoden vpliv tlačne sile v stebri na sprjemnost vodoravnih armaturnih palic, ki so položene skozi vozlišče, mora biti izpolnjen pogoj za širino primarne potresne grede  $b_W$ :

$$b_W \leq \min\{b_C + h_W; 2b_C\}. \quad (6.13)$$

Pri tem je  $h_W$  višina grede,  $b_C$  pa že prej omenjena največja dimenzija prečnega prereza stebra. Pogoj je izpolnjen, saj:

$$30 \text{ cm} \leq \min\{30 + 43; 2 \cdot 30\} = 60 \text{ cm}.$$

### 6.3.2.2 Projektni vplivi

Vrednosti projektnih obremenitev v gredah razberemo iz idealiziranega računskega modela z upoštevanjem polnil iz programa SAP2000 (Computers and Structures, Inc., 2009).

Vrednosti upogibnih momentov za stalna in začasna projektna stanja ter potresna projektna stanja prikažemo v preglednici 39.

Preglednica 39: Vrednosti upogibnih momentov za stalna in začasna ter potresna projektna stanja za gredi G1 in G2

Vrednosti upogibnih momentov		$M_{Ed}$ [kNm/m]					
		greda G1			greda G2		
		$x = 0$	$x = l_1/2$	$x = l_1$	$x = 0$	$x = l_2/2$	$x = l_2$
Stalna in začasna projektna stanja	$1,35g+1,5q$	-12,43	30,12	-33,72	-20,85	9,02	-25,28
Potresna projektna stanja	$1,0g+0,3q$	-8,48	18,72	-20,85	-13,40	5,57	-15,31
	potres X	30,88	12,33	-6,38	29,92	1,00	31,75
	potres Y	3,74	2,89	-2,63	8,94	2,57	14,03
	K1	-40,48	31,92	-28,02	-46,00	7,34	-51,27
	K2	-21,48	25,31	-25,40	-31,32	8,44	-38,87

Vrednost »±« v preglednici predstavlja delovanje potresne obtežbe v obeh smereh.

### 6.3.2.3 Vzdolžna armatura

Količino minimalne in maksimalne vzdolžne armature v gredi določimo z uporabo enačb (5.1) in (5.2).

$$A_{s,\min} = \max \left\{ 0,26 \cdot \frac{0,26}{50} \cdot 30 \cdot 39 = 1,58; 0,0013 \cdot 30 \cdot 39 = 1,52 \right\} = 1,58 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}},$$

$$A_{s,\max} = 0,04 \cdot 30 \cdot 43 = 68,8 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}.$$

Območja primarne potresne grede na razdalji  $l_{cr} = h_W$  od krajnih prerezov ob vozliščih s stebri, ki se lahko pri potresnem stanju plastificira moramo skladno s členom 5.4.3.1.2 v **(SIST EN 1998-1:2006)** obravnavati kot kritična območja. Pri tem je  $h_W$  višina grede. Torej, dolžina kritičnega območja je enaka višini grede, t.j.  $l_{cr} = 43 \text{ cm}$ . Da zadostimo zahtevam za lokalno duktilnost v kritičnih območjih, mora biti vrednost faktorja duktilnosti za ukrivljenost  $\mu_0$  vsaj enaka vrednostim:

$$\mu_\phi = 2q_0 - 1, \quad \text{če je } T_1 \geq T_C, \quad (6.14)$$

$$\mu_\phi = 1 + 2(q_0 - 1) \frac{T_C}{T_1}, \quad \text{če je } T_1 < T_C. \quad (6.15)$$



Iz preglednice 40 razberemo, da  $T_1 = 0,51$  s, osnovna vrednost faktor obnašanja pa znaša  $q_0 = 3,12$ , zato sledi:

$$\mu_0 = 2 \cdot 3,12 - 1 = 5,24.$$

Zahteva je izpolnjena, če sta za obe pasnici grede izpolnjena naslednja pogoja (**SIST EN 1998-1:2006**):

- V tlačnem območju je poleg morebitne armature, ki sledi iz preveritve mejnega stanja grede pri potresnem projektne stanju, položena še armatura s prerezom, ki znaša polovico prereza dejanske natezne armature.
- Delež armature v natezni coni  $\rho$  ne presega vrednosti  $\rho_{\max}$ , ki je enaka:

$$\rho_{\max} = \rho' + \frac{0,0018}{\mu_\phi \varepsilon_{sy,d}} \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,001 + \frac{0,0018}{5,24 \cdot 0,00217} \cdot \frac{1,67}{43,48} = 0,0071 \quad (6.16)$$

Pri tem upoštevamo, da je:

$$\varepsilon_{sy,d} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{43,48}{20000} = 0,00217. \quad (6.17)$$

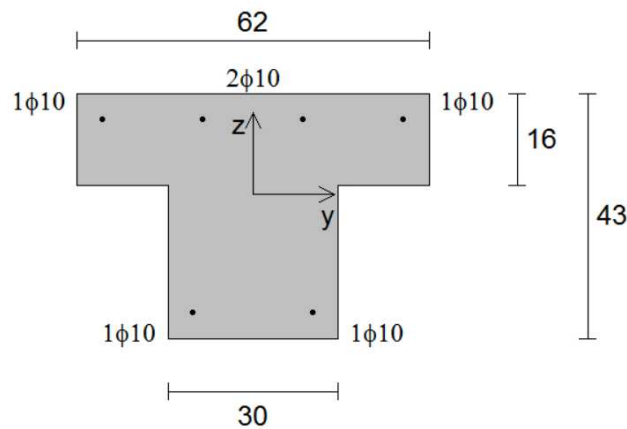
Dodatno moramo zadostiti še pogoju, da vzdolž celotne dolžine primarne potresne grede delež armature v natezni coni  $\rho$  ne sme biti manjši od naslednje najmanjše vrednosti  $\rho_{\min}$ :

$$\rho_{\min} = 0,5 \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) = 0,5 \cdot \left( \frac{0,26}{50} \right) = 0,0026, \quad (6.18)$$

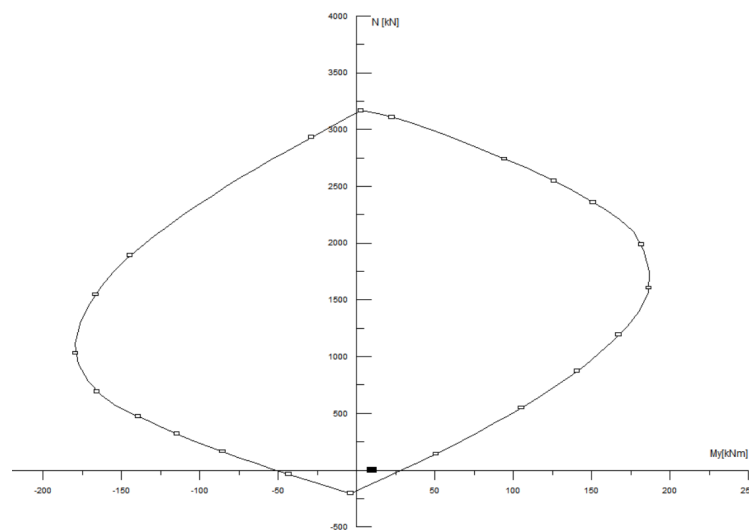
Določimo potrebno količino armature na levem in desnem krajišču grede, in sicer z uporabo tabel za dimenzioniranje AB prerezov na osno-upogibno obremenitev (**Rogač in sod., 1989**). Razporeditev armature po prečnem prerezu prikažemo na sliki 50. Pri obeh obravnavanih gredah uporabimo na zgornjem robu 4 palice premera  $\phi$  10 mm ( $A_s = 3,14$  cm<sup>2</sup>/m), na spodnjem pa 2 palici premera  $\phi$  10 mm ( $A_s = 1,57$  cm<sup>2</sup>/m). Z uporabo programa DIAS (**Fischinger in sod., 1999**) skonstruiramo interakcijski diagram mejne osno-upogibne odpornosti prečnega prereza grede za izbrano količino armature ter ga prikažemo na sliki 51. Odpornostni moment prečnega prereza grede pri pozitivnem upogibnem momentu znaša  $M_{Rb} = 26$  kNm/m, pri negativnem momentu pa  $M_{Rb} = 50$  kNm/m.

C 25/30

Arm. od roba 4.0 cm

 $\sigma_j$  500 MPa $\mu = 0.26\%$ 

Slika 50: Razporeditev vzdolžne armature v levem in desnem krajišču grede 1 in 2



Slika 51: Interakcijski diagram mejne osno-upogibne odpornosti prečnega prereza v levem in desnem krajišču grede G1 in G2 (DIAS, Fischinger in sod., 1999)

Spremenljivki  $\rho$  in  $\rho'$  sta deleža armature v natezni oz. tlačni coni. Dobimo ju tako, da količino vgrajene natezne armature oziroma tlačne armature normiramo z  $b \cdot d$ , kjer je  $b$  širina tlačene pasnice grede,  $d$  pa statična višina prereza. Iz tega sledi:

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{3,14}{30 \cdot 39} = 0,0027, \quad (6.19)$$

$$\rho' = \frac{A'_s}{b \cdot d} = \frac{1,57}{30 \cdot 39} = 0,0013. \quad (6.20)$$

V natezni coni se poleg vzdolžne armature grede nahaja tudi armatura plošče, zato bi njen del v območju sodelujoče širine morali upoštevati v deležu natezne armature prečnega prereza grede. Ker pa je prispevek majhen, smo ta del armature pri analizi zanemarili.

V krajiščih grede je pogoj o deležu armature v natezni coni izpolnjeni, saj velja:

$$\rho_{\min} = 0,26\% \leq \rho = 0,27 \leq \rho_{\max} = 0,71\%.$$

Določimo še vzdolžno armaturo v polju grede. Merodajna projektna obremenitev znaša  $M_{Ed} = 31,92 \text{ kNm/m}$  (glej preglednico 39). Na spodnjem robu izberemo 3 palice, na zgornjem pa 2 palici  $\phi = 10 \text{ mm}$ , upogibna odpornost v polju potemtakem znaša  $42 \text{ kNm/m}$ .

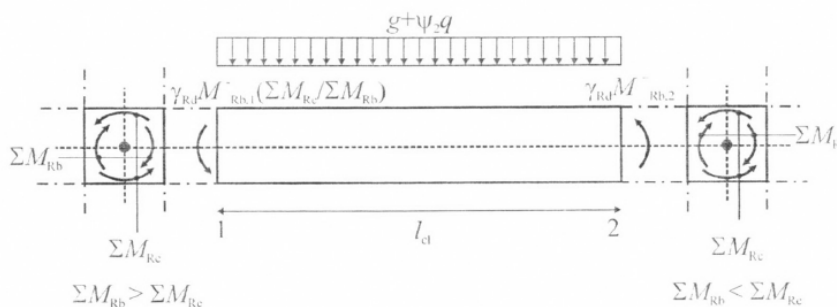
#### 6.4.2.4 Strižna armatura

Strižno armaturo vzdolž grede določimo skladno s členom 5.4.2.2(1)P iz standarda **(SIST EN 1998-1:2005)**. Ta določa, da moramo v primarnih potresnih gredah prečne sile določiti v skladu s pravili načrtovanja nosilnosti. Pri tem upoštevamo ravnotežje grede pri a) prečni obtežbi, ki deluje na gredo v potresnem projektnem stanju, in b) momentih v krajiščih grede  $M_{i,d}$  (kjer  $i = 1, 2$  označujejo krajna prereza grede), ki ustrezajo stanju, ko se formirajo plastični členki za pozitivno in negativno smer delovanja potresne obtežbe. Upoštevamo, da se plastični členki formirajo na krajiščih gred. Momente v krajiščih izračunamo z enačbo:

$$M_{i,d} = \gamma_{Rd} M_{Rb,i} \cdot \min\left(1, \frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}}\right), \quad (6.21)$$

Pri tem je  $\gamma_{Rd}$  faktor, s katerim upoštevamo morebitno večjo nosilnost zaradi utrjevanja jekla in za primer DCM privzamemo vrednost  $1,0$ .  $M_{Rb}$  je projektna vrednost upogibne odpornosti grede v  $i$ -tem krajišču v smeri upogibnega momenta zaradi potresa pri upoštevanju smeri potresnega vpliva,  $\sum M_{Rc}$  in  $\sum M_{Rb}$  pa vsoti projektnih vrednosti upogibnih odpornosti stebrov oz. gred, ki se stikajo v vozlišču.

V  $i$ -tem krajišču grede izračunamo dve vrednosti prečne sile, to je največja  $V_{Ed,max,i}$  in najmanjša  $V_{Ed,min,i}$ , ki ustrezata največjim pozitivnim in največjim negativnim momentom  $M_{i,d}$ , ki se lahko pojavijo v krajiščih gred 1 oziroma 2.



Slika 52: Prečne sile v gredah, določene s postopkom načrtovanja nosilnosti (povzeto po Slika 5.1, SIST EN 1998-1:2006)

Prečno silo v gredi določimo po metodi načrtovanja nosilnosti z naslednjim izrazom:

$$V_{Ed} = \pm \frac{|M_{1,d}| + |M_{2,d}|}{l_{cl}} + V_{G+\psi_2Q}, \quad (6.22)$$

pri tem je  $l_{cl}$  svetla dolžina grede,  $V_{G+\psi_2Q}$  pa prečna sila v gredi zaradi vpliva lastne, stalne in koristne obtežbe po kombinaciji  $G+0,3Q$ . Tudi v enačbi (6.22) predznak »±« predstavlja delovanje potresne obtežbe v »plus« oz. »minus« smer. Vrednosti prečnih sil določenih po metodi načrtovanja nosilnosti prikažemo v preglednici 40.

Preglednica 40: Prečne sile v gredi G1 in G2 po metodi načrtovanja nosilnosti za »+« in »-« smer potresnega delovanja

Smer	Krajišče	greda G1			greda G2		
		V (M <sub>Rb</sub> ) [kN]	V <sub>G+0,3Q</sub> [kN]	V <sub>Ed</sub> [kN]	V (M <sub>Rb</sub> ) [kN]	V <sub>G+0,3Q</sub> [kN]	V <sub>Ed</sub> [kN]
plus (+)	levo	-19,4	30,8	11,4	-25,9	27,8	1,9
	desno	-19,4	-30,8	-50,2	-25,9	-27,8	-53,8
minus (-)	levo	19,4	30,8	50,2	25,9	27,8	53,8
	desno	19,4	-30,8	-11,4	25,9	-27,8	-1,9

Absolutne vrednosti prečnih sil, določene s postopkom načrtovanja nosilnosti, primerjamo z absolutnimi vrednosti prečnih sil za potresno projektno stanje (greda 1:  $V_{Ed} = 37,2$  kN, greda 2:  $V_{Ed} = 51,2$  kN), ter prečnimi silami za stalna in začasna projektna stanja (greda 1:  $V_{Ed} = 48,1$  kN, greda 2:  $V_{Ed} = 45,3$  kN).

Maksimalno vrednost prečne sile dobimo z metodo načrtovanja nosilnosti, ki je za gredo 1  $V_{Ed} = 50,2$  kN, za gredo 2 pa  $V_{Ed} = 53,8$  kN. Za določitev strižne armature upoštevamo te prečne sile.

Projektno vrednost strižne odpornosti prečnega prereza brez strižne armature določimo skladno s standardom **(SIST EN 1992-1-1:2005)**.

$$V_{Rd,c} = \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d, \quad (6.23)$$

z najmanjšo vrednostjo:

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d. \quad (6.24)$$

Sledi izračun spremenljivk, ki nastopajo v enačbah (6.21) in (6.22):

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{390}} = 1,72 \leq 2,0,$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{3,14}{30 \cdot 39} = 0,0027 \leq 0,02,$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0 < 0,2 f_{cd},$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12,$$

$$k_1 = 0,15,$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,72^{\frac{3}{2}} \cdot 25^{\frac{1}{2}} = 0,39.$$

Pri tem je  $A_{sl}$  ploščina prereza natezne armature,  $N_{Ed}$  je projektna tlačna osna sila zaradi obtežbe ali prednapetja,  $A_c$  je ploščina prereza betona,  $b_w$  je najmanjša širina prečnega prereza v območju natezne cone,  $d$  pa statična višina. Projektna vrednost strižne odpornosti in njena minimalna vrednost tako znašata:

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,72 \cdot (100 \cdot 0,0027 \cdot 25)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 300 \cdot 390 = 45,5 \text{ kN},$$

$$V_{Rd,c,min} = (0,39 + 1,72 \cdot 0) \cdot 300 \cdot 390 = 46,0 \text{ kN}.$$

Ugotovimo, da je strižna odpornost prečnega prereza  $V_{Rd,c} = 46,0$  kN manjša od strižne obremenitve  $V_{Ed} = 53,8$  kN. Celotno prečno silo moramo tako prevzeti z ustrezno strižno armaturo. Po celotni dolžini grede izberemo navpična 2-strižna zaprta stremena premera  $\phi = 6$  mm. Predpostavimo, da bo strižni kot med tlačno diagonalo in vzdolžno osjo enak  $45^\circ$ . Skladno s členom 6.2.3(3) v standardu (**SIST EN 1992-1-1:2005**) izračunamo strižno odpornost prereza s strižno armaturo, ki je navzgor omejena z nosilnostjo tlačne diagonale, in sicer:

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot 0,9 \cdot d \cdot v_1 \cdot \frac{f_{cd}}{\cot\theta + \tan\theta}, \quad (6.25)$$

pri tem je  $\alpha_{cw}$  koeficient, ki upošteva stanje napetosti v tlačnem pasu,  $v_1$  redukcijski faktor tlačne trdnosti strižno razpokanega betona. Koeficient  $\alpha_{cw}$  je podan v nacionalnem dodatku, njegova priporočena vrednost znaša 1,0. Redukcijski faktor  $v_1$  izračunamo z enačbo:

$$v_1 = 0,6 \cdot \left( 1 - \frac{f_{ck}[\text{MPa}]}{250} \right) = 0,6 \cdot \left( 1 - \frac{25}{250} \right) = 0,54. \quad (6.26)$$

Maksimalna odpornost prečnega prereza tako po enačbi (6.23) znaša:

$$V_{Rd,max} = 1,0 \cdot 30 \cdot 0,9 \cdot 39 \cdot 0,54 \cdot \frac{1,67}{\cot 45^\circ + \tan 45^\circ} = 473,9 \text{ kN}.$$

Projektna prečna sila je tako manjša od strižne odpornosti, omejene z nosilnostjo tlačnih betonskih diagonal. Potrebno količino navpične strižne armature pa določimo s pomočjo enačbe (6.8) iz standarda (**SIST EN 1992-1-1:2005**):

$$\frac{A_{sw}}{s} \geq \frac{V_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta}. \quad (6.27)$$

Pri tem je  $A_{sw}$  ploščina prečnega prereza strižne armature v eni strižni ravnini,  $f_{ywd}$  pa projektna meja elastičnosti strižne armature. Potrebna količina strižne armature za gredo 1 znaša:

$$\frac{A_{sw}}{s} \geq \frac{50,2}{0,9 \cdot 39 \cdot \frac{50}{1,15} \cdot \cot 45^\circ} = 3,29 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}},$$

za gredo 2 pa:

$$\frac{A_{sw}}{s} \geq \frac{53,8}{0,9 \cdot 39 \cdot \frac{50}{1,15} \cdot \cot 45^\circ} = 3,53 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}},$$

Pri izbiri stremen moramo izpolniti tudi pogoje iz točke 5.4.3.1.2 iz standarda (**SIST EN 1998-1:2006**). V kritičnih območjih ne sme biti premer stremen  $d_{bw}$  manjši od 6 mm, razmik stremen  $s$ , pa ne sme biti večji od pogoja (6.26), prvo streme na krajišču grede ne sme biti oddaljeno več kot 50 mm od stebra.

$$s = \min \left\{ \frac{h_w}{4}; 24 \cdot d_{bw}; 225; 8d_{bl} \right\} = \left\{ \frac{43}{4}; 24 \cdot 6; 225; 8 \cdot 10 \right\} = 80 \text{ mm}, \quad (6.28)$$

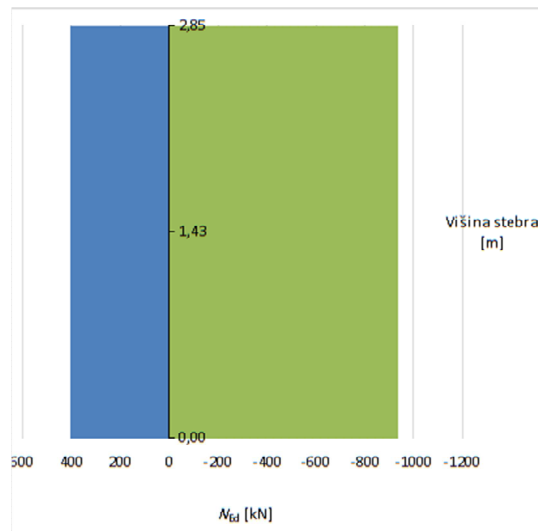
pri tem je  $d_{bl}$  premer najtanjše vzdolžne palice,  $h_w$  pa višina grede. Iz izračunov potrebne količine strižne armature dobimo, da je potrebni razmik stremen pri gredi 1 enak  $s_{G1} = 17,2$  cm, pri gredi 2 pa  $s_{G2} = 16,0$  cm. Tako maksimalni razmik stremen obeh gred v kritičnem območju z upoštevanjem pogoja (6.26) znaša  $s = 8$  cm, medtem ko razmik stremen v polju znaša  $s = 16$  cm.

Izberemo 2-strižno streme  $\varnothing 6/8$  cm ( $A_{sw}/s = 7,07$  cm<sup>2</sup>/m  $\geq 3,71$  cm<sup>2</sup>/m) v kritičnem območju in 2-strižno streme  $\varnothing 6/16$  cm ( $A_{sw}/s = 3,53$  cm<sup>2</sup>/m) v polju grede.

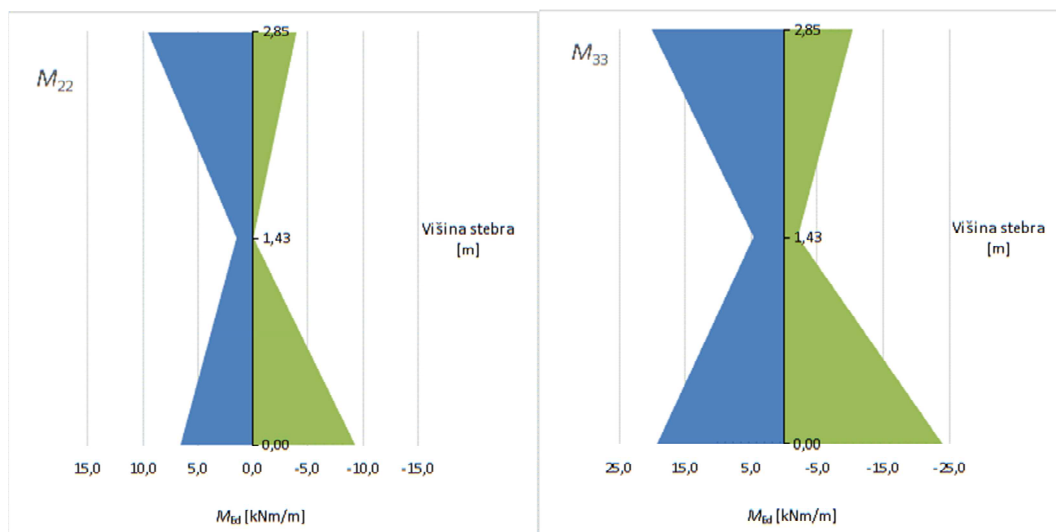
### 6.3.3 Dimenzioniranje stebra S1

#### 6.3.3.1 Projektni vplivi

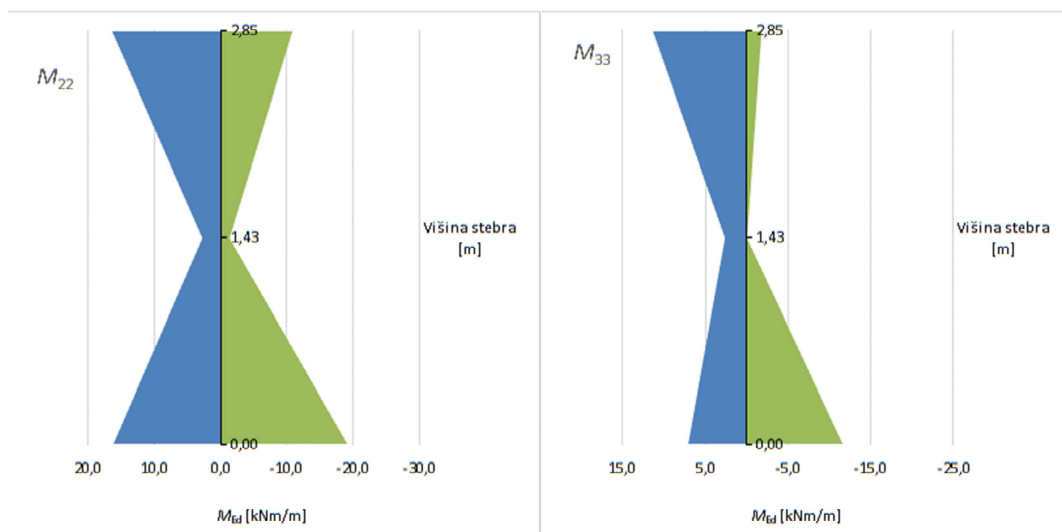
Vrednosti projektnih vplivov v stebri odčitamo iz idealiziranega modela konstrukcije, izdelanega v programu SAP2000. Ovojnice osne sile in upogibnih momentov stebra S1 prikažemo na slikah 53 do 55.



Slika 53: Ovojnica projektnih osnih sil za steber S1 (kombinacija K1 za potresna projektna stanja)



Slika 54: Ovojnica projektnih upogibnih momentov  $M_{22}$  in  $M_{33}$  za stebere S1 (kombinacija K1 za potresna projektna stanja)



Slika 55: Ovojnica projektnih upogibnih momentov  $M_{22}$  in  $M_{33}$  za stebere S1 (kombinacija K2 za potresna projektna stanja)

Skladno s členom 5.4.3.2.1 v **(SIST EN 1998-1:2006)** je potrebno upogibno in strižno odpornost določiti v skladu z **(SIST EN 1992-1-1:2004)**. Prav tako vrednost normirane tlačne osne sile  $v_d$  v primarnih stebrih ne sme preseči 0,65, sicer je potrebno povečati dimenzije stebra. Pogoj preverimo s pomočjo izraza:

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot A_c} = \frac{935,3}{1,67 \cdot 30 \cdot 30} = 0,62 \leq 0,65. \quad (6.29)$$

### 6.3.3.2 Vz dolžna armatura

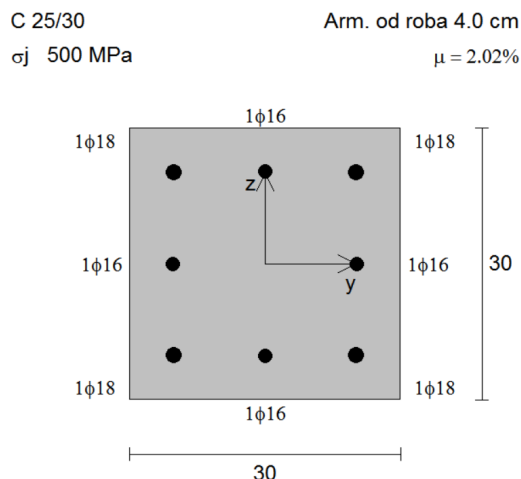
Za konstruiranje vzdolžne armature v stebrih se poslužujemo načel iz točke 5.4.3.2.2 v standardu **(SIST EN 1998-1:2005)**. Skladno z njimi mora biti celotni delež vzdolžne armature  $\rho$  med 0,01 in 0,04. V simetričnih stebrih se uporabi simetrična armatura ( $\rho = \rho$ ).

Minimalna in maksimalna količina vzdolžne armature za obravnavan stebere tako znaša:

$$A_{s,\min} = 0,01 \cdot 30 \cdot 30 = 9 \text{ cm}^2, \quad (6.30)$$

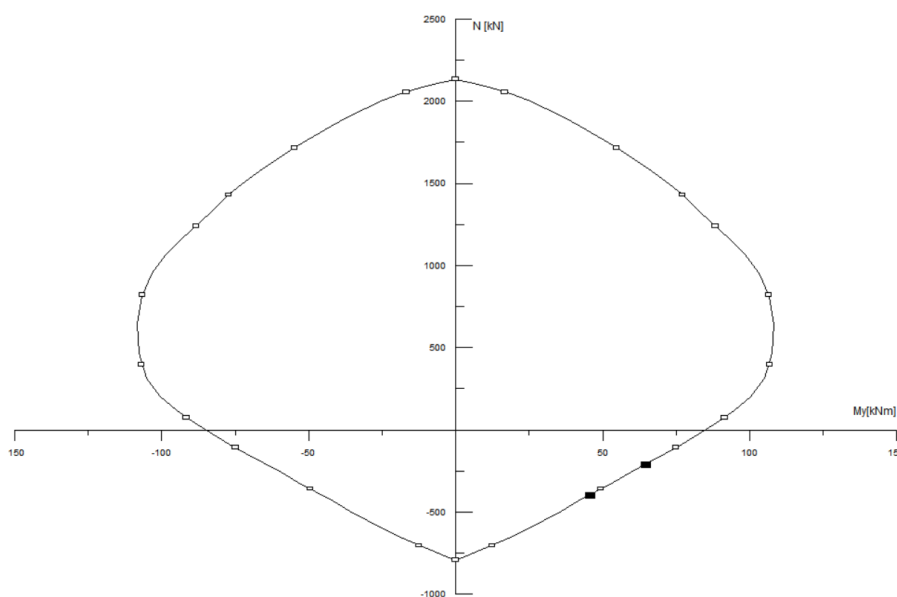
$$A_{s,\max} = 0,04 \cdot 30 \cdot 30 = 36 \text{ cm}^2. \quad (6.31)$$

Za armiranje izberemo 4 palice  $\phi 16$  mm in 4 palice  $\phi 18$  mm, ki jih enakomerno razporedimo po obodu. Razporeditev armature prikažemo na sliki 57.



Slika 56: Razporeditev armature po prečnem prerezu stebra S1 ( $A_{s,dej} = 12,32 \text{ cm}^2$ )

Za izbrano količino armature izdelamo interakcijski diagram mejne osno-upogibne odpornosti prečnega prereza stebra (**DIAS, Fischinger in sod., 1999**) in ga prikažemo na sliki 57.



Slika 57: Interakcijski diagram osno-upogibne odpornosti prečnega prereza stebra S1

Upogibna odpornost stebra S1 je zaradi večje vrednosti natezne osne sile manjša, in znaša  $M_{Rc,S1} = 46 \text{ kNm}$ , medtem ko je upogibna odpornost stebra S2 enaka  $M_{Rc,2} = 65 \text{ kNm}$ .

### 6.3.3.3 Kontrola pogoja globalne in lokalne duktilnosti

Skladno s členom 4.4.2.3 iz (**SIST EN 1998-1:2006**) moramo v večetažnih stavbah preprečiti tvorbo plastičnega mehanizma v mehki etaži. Zahteva je izpolnjena, če je v vseh vozliščih primarnih in sekundarnih (potresnih) nosilcev s stebri, ki tvorijo potresni sistem, izpolnjen pogoj:

$$\sum M_{Rc} \geq 1,3 \sum M_{Rb}. \quad (6.32)$$



Pri tem je  $\sum M_{Rc}$  vsota projektnih odpornosti stebrov, ki se stikajo v vozlišču. Pri določanju upogibnih odpornosti je treba upoštevati celotno območje osnih sil, ki se pojavijo pri potresnem projektnem stanju in v izrazu (6.29) uporabiti najmanjšo vrednost odpornosti.  $\sum M_{Rb}$  prestavlja vsoto projektnih upogibnih odpornosti gred, ki se stikajo v vozlišču.

Pogoj (6.29) mora biti izpolnjen v dveh pravokotnih navpičnih ravninah upogiba, ki sta pri stavbah z okviri, postavljenimi v dveh pravokotnih smereh, opredeljeni z ravninami okvirov. Izpolnjen mora biti za obe smeri (pozitivno in negativno) vpliva momentov okoli vozlišča v gredah, pri čemer momenti v stebrih vedno delujejo v nasprotni smeri kot momenti v gredah. Skladno s členom 5.4.3.2.1(2) iz **(SIST EN 1998-1:2006)** lahko dvoosni upogib upoštevamo na poenostavljen način, tako da preverimo vsako smer ločeno in pri tem upoštevamo 30% zmanjšano enoosno upogibno odpornost. Iz analize razberemo, da osna sila v stebru nad obravnavanim znaša 215 kN. Predpostavimo, da imamo v obeh stebrih enako razporeditev vzdolžne armature.

Zaradi simetrije prečnega prereza stebra in vzdolžne armature, ter enakosti prečnih prerezov gred in vzdolžne armature in s tem vrednosti odpornostnih momentov, je kontrola v »+« smeri osi X hkrati tudi kontrola za »+« smer v osi Y.

Smer »+« X in Y:

$$\sum M_{Rc} = M_{Rc,S1} + M_{Rc,S2} = 46 + 65 = 111 \text{ kNm},$$

$$\sum M_{Rb} = M_{Rb,+X,Y} = 50 \text{ kNm}.$$

Smer »-« X in Y:

$$\sum M_{Rc} = M_{Rc,S1} + M_{Rc,S2} = 111 \text{ kNm},$$

$$\sum M_{Rb} = M_{Rb,-X,Y} = 26 \text{ kNm/m}.$$

Ugotovimo, da je pogoj (6.32) izpolnjen, saj je:

$$0,7 \cdot \sum M_{Rc} = 0,7 \cdot 111 = 77,7 \text{ kNm} > 1,3 \cdot \sum M_{Rb} = 1,3 \cdot 50 = 65 \text{ kNm}.$$

Vrednost vsote odpornostnih momentov v stebrih so tudi po zmanjšanju za 30% večje od vrednosti vsote odpornostnih momentov v gredah povečane za 30%.

#### 6.3.3.4 Strižna armatura

Skladno s členom 5.4.2.3(1) moramo prečne sile v primarnih potresnih stebrih določiti v skladu s pravili načrtovanja nosilnosti. Pri tem se upoštevamo ravnotežje stebra pri delovanju momentov  $M_{i,d}$  na krajiščih ( $i=1,2$  označuje krajna prereza stebra), ki ustrezajo stanju, ko se formirajo plastični členki za pozitivno in negativno smer delovanja potresne obremenitve. Določimo jih z enačbo:

$$M_{i,d} = \gamma_{Rd} \cdot M_{Rc,i} \cdot \min\left(1, \frac{\sum M_{Rb}}{\sum M_{Rc}}\right), \quad (6.33)$$

kjer je  $\gamma_{Rd}$  faktor, ki upošteva večjo nosilnost zaradi utrjevanja jekla in objetja betona v tlačni coni prereza in ima privzeto vrednost 1,1.  $M_{Rc,i}$  je projektna vrednost upogibne odpornosti stebra v  $i$ -tem krajišču. Izpeljana je v smeri upogibnega momenta zaradi potresnega vpliva in njegovi smeri.  $\sum M_{Rc}$  in  $\sum M_{Rb}$  pa sta opredeljena v podpoglavju 6.4.2.3.

Prečna sila v stebru, določena po pravilih načrtovanja nosilnosti znaša  $V_{Ed} = 36,5$  kN. Ugotovimo, da je manjša od največje prečne sile, ki nastopi ob vpetju stebra zaradi potresnega projektnega vpliva in znaša  $V_{Ed,max} = 201,1$  kN. Zato v nadaljnjih izračunih uporabimo to vrednost. Zopet uporabimo enačbe za določitev strižne odpornosti prečnega prereza (glej enačbo (6.21) in (6.22)).

$$V_{Rd,c} = \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d,$$

z najmanjšo vrednostjo:

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d.$$

Sledi izračun spremenljivk:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{260}} = 1,88 \leq 2,0,$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{12,32}{30 \cdot 26} = 0,0158 \leq 0,02,$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = \frac{407,3}{30 \cdot 30} = 0,45 \text{ MPa} < 0,2 f_{cd} = 0,2 \cdot \frac{2,5}{1,5} = 0,333 \text{ MPa} \rightarrow \sigma_{cp} = 0,333 \text{ MPa},$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12,$$

$$k_1 = 0,15,$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,88^{\frac{3}{2}} \cdot 25^{\frac{1}{2}} = 0,45.$$

Strižna odpornost znaša:

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,88 \cdot (100 \cdot 0,0158 \cdot 25)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,333 \right] \cdot 300 \cdot 260 = 63,7 \text{ kN},$$

ob najmanjši vrednosti:

$$V_{Rd,c,min} = (0,45 + 0,15 \cdot 0,333) \cdot 300 \cdot 260 = 39,0 \text{ kN}.$$

Strižna odpornost je manjša kot strižna obremenitev, zato je potrebujemo strižno armaturo. Pri stebru izberemo  $2 + \sqrt{2}$  strižni stremeni, kot med tlačno diagonalo in vzdolžno osjo stebra pa je zopet enak  $45^\circ$ .

$$V_{Rd,max} = 1,0 \cdot 30 \cdot 0,9 \cdot 26 \cdot 0,54 \cdot \frac{1,67}{\cot 45^\circ + \tan 45^\circ} = 315,9 \text{ kN}.$$

Tudi tu je vrednost projektne prečne sile manjša od strižne odpornosti prereza s strižno armaturo. Potrebno strižno armaturo določimo z enačbo (6.25).

$$\frac{A_{sw}}{s} \geq \frac{V_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta} = \frac{201,1}{0,9 \cdot 26 \cdot 43,48 \cdot \cot 45^\circ} = 19,8 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Konstruiranje armature izvedemo v skladu s členom 5.4.3.2.2 iz standarda **(SIST EN 1998-1:2006)**.

Območja primarnih potresnih stebrov na razdalji  $l_{cr}$  od obeh krajišč stebra je potrebno obravnavati kot kritična območja in so definirana z:

$$l_{cr} = \max \left\{ h_c; \frac{l_{cl}}{6}; 0,45 \right\} = \max \left\{ 0,3; \frac{2,69}{6}; 0,45 \right\} = 45 \text{ cm}, \quad (6.34)$$

pri tem je  $h_c$  večja dimenzija prečnega prereza stebra in  $l_{cl}$  svetla višina stebra.

V kritičnem območju ob vpetju primarnih potresnih stebrov mora biti vrednost faktorja duktilnosti vsaj enak pogoju (6.12) in (6.13). Iz preglednice 40 razberemo, da je  $T_1=0,51$  s, zato iz pogoja (6.12) sledi:

$$\mu_\varphi = 2 \cdot 3,12 - 1 = 5,24.$$

Če je za zahtevano vrednost  $\mu_0$  kjerkoli v prerezu potrebna deformacija večja od  $\varepsilon_{cu2} = 0,0035$ , je treba izgubo nosilnosti zaradi odluščenja betonskega kritja nadomestiti z ustreznim objemom betonskega jedra s stremeni. Upoštevamo, da sta zgoraj zahtevana pogoja izpolnjena, če:

$$\alpha \omega_{wd} \geq 30 \mu_\varphi \cdot \nu_d \cdot \varepsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0,035, \quad (6.35)$$

»pri tem je  $\alpha$  faktor učinkovitosti objetja betonskega prereza,  $\omega_{wd}$  je mehanski volumenski delež (zaprtih) stremen, ki objemajo betonsko jedro kritičnega območja,  $\mu_\varphi$  je zahtevana vrednost faktorja duktilnosti za ukrivljenost,  $\nu_d$  je normirana projektna osna sila ( $\nu_d = N_{Ed}/A_c \cdot f_{cd}$ ),  $\varepsilon_{sy,d}$  je projektna vrednost deformacije na meji plastičnosti za natezno armaturo,  $b_c$  je širina celotnega betonskega prereza,  $b_0$  pa širina objetega jedra.« (SIST EN 1998-1:2006)

Mehanski volumenski delež stremen  $\omega_{wd}$  je definiran kot:

$$\omega_{wd} = \frac{\text{prostornina stremen za objetje}}{\text{prostornina objetega betonskega prereza}} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}}, \quad (6.36)$$

in mora ob vpetju v kritičnem območju znašati vsaj 0,08.

Faktor učinkovitosti betonskega prereza  $\alpha$  je definiran z:

$$\alpha = \alpha_n \alpha_s = 0,843 \cdot 0,751 = 0,633, \quad (6.37)$$

kjer  $\alpha_n$  in  $\alpha_s$  za pravokotne prereze definirana z:

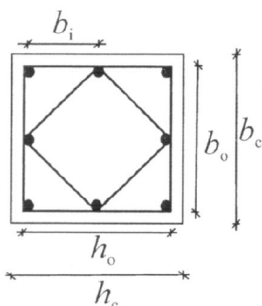
$$\alpha_n = 1 - \sum_n \frac{b_i^2}{6b_0 \cdot h_0} = 1 - \frac{8 \cdot 10,3^2}{6 \cdot 30 \cdot 30} = 0,843, \quad (6.38)$$

$$\alpha_s = \left(1 - \frac{s}{2b_0}\right) \left(1 - \frac{s}{2h_0}\right) = \left(1 - \frac{8}{2 \cdot 30}\right) \left(1 - \frac{8}{2 \cdot 30}\right) = 0,751.$$

(6.39)

»Pri tem je  $b_i$  razdalja med sosednimi podprtimi palicami,  $h_0$  višina objetega jedra,  $b_0$  širina objetega jedra,  $n$  pa skupno število vzdolžnih armaturnih palic, ki jih v prečni smeri podpirajo stremena ali prečne vezi.« (SIST EN 1998-1:2006)

Geometrijske oznake parametrov  $b_i$ ,  $h_0$ ,  $b_0$ ,  $h_c$  in  $b_c$  prikažemo na sliki 59.



Slika 58: Objetje betonskega prereza (povzeto po slika 5.7, SIST EN 1992-1:2006)

Sedaj izračunamo mehanski volumenski delež  $\omega_{wd}$  (glej enačbo (6.33)):

$$\omega_{wd} = \frac{4 \cdot A_{sw} \cdot (b_0 + b_i \cdot \sqrt{2})}{b_0^2 \cdot s} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{4 \cdot 0,5 \cdot (20,6 + 10,3 \cdot \sqrt{2})}{20,6^2 \cdot 8} \cdot \frac{43,48}{1,67} = 0,54 > 0,08,$$

in preverimo pogoj (6.32), kateremu ustrezamo.

$$0,633 \cdot 0,54 = 0,342 \geq 30 \cdot 5,24 \cdot 0,271 \cdot 0,00217 \cdot \frac{30}{20,6} = 0,135.$$

V skladu s standardom (**SIST EN 1998-1:2006**) moramo izpolniti tudi pogoj razmika stremen  $s$ , ki je definiran z:

$$s = \min \left\{ \frac{b_0}{2}; 175; 8 \cdot d_{bL} \right\} = \min \left\{ \frac{300}{2}; 175; 8 \cdot 14 \right\} = 11,2 \text{ cm},$$

»pri čemer je  $d_{bL}$  najmanjši premer vzdolžnih armaturnih palic. Ob tem je potrebno upoštevati, da v kritičnih območjih primarnih stebrov premer stremen ne sme biti manjši od 6 mm. S tem pogojem zagotovimo najmanjšo duktilnost in preprečimo lokalni uklon vzdolžnih armaturnih palic. Prav tako mora biti izpolnjen pogoj, da je razdalja med dvema vzdolžnima armaturnima palicama, ki ju podpirajo stremena ali prečne vezi ni večja od 200 mm.« (SIST EN 1998-1:2006)

Vidimo, da z izbrano  $2 + \sqrt{2}$  strižno armaturo  $\phi 8/8$  cm izpolnimo vse pogoje.

---

## 7 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi smo analizirali in projektirali armiranobetonsko nosilno konstrukcijo že obstoječe večstanovanjske stavbe v Novem mestu. Nosilno konstrukcijo sestavljajo medetažne plošče, streha, nosilci in stebri, stavba pa je bila projektirana po starih jugoslovanskih predpisih. V diplomski nalogi smo projektirali po trenutno veljavnih evrokod standardih, ter primerjali količino potrebne armature v plošči in gredi.

Analizo nosilne konstrukcije smo izvedli s programom SAP2000 (Computers and Structures, Inc.) in sicer tako, da smo ločeno izdelali dva idealizirana računska modela konstrukcije.

V analizi smo poleg lastne in stalne obtežbe upoštevali še koristno obtežbo ter potresni vpliv. Dodatno smo izvedli še analizo vpliva opečnih polnil na nosilno konstrukcijo. Ugotovili smo, da so nihajni časi pri računskem modelu s polnili zmanjšajo za polovico, kar privede do večjih obremenitev nosilne konstrukcije.

Dobljene rezultate iz analize smo primerjali s podatki iz obstoječe projektne dokumentacije. Ugotovili smo, da je potrebna količina armature v polju medetažne plošče zelo podobna potrebnim količinam armature, navedenih v projektni dokumentaciji. Manjša odstopanja se pojavijo pri zgornji armaturi in sicer v območjih nad stebri, kar je posledica lokalnega pojava konic obremenitev, odvisna od natančnosti uporabljenega računskega modela. Nekoliko večja odstopanja količin potrebne armature se pojavijo pri obravnavanih gredah. To razliko pripisujemo uporabi različnih računskih modelov. Iz projektne dokumentacije smo lahko razbrali, da v modelu niso bila upoštevana opečna polnila, model pa je zajemal tudi delno vkopano kletno etažo. Iz projektne dokumentacije pa žal nismo uspeli razbrati potrebne količine armature v obravnavanem stebri, zato primerjava rezultatov ni bila mogoča.

## VIRI

Agencija republike Slovenije za okolje (ARSO). 2001. Karta potresne nevarnosti. [http://www.arso.gov.si/potresi/potresna%20nevarnost/projektni\\_pospesek\\_tal.html](http://www.arso.gov.si/potresi/potresna%20nevarnost/projektni_pospesek_tal.html) (Pridobljeno 21. 07. 2016.)

Beg, D. (ur.), Pogačnik, A. (ur.) 2009. Priročnik za projektiranje gradbenih konstrukcij po evrokod standardih. Ljubljana, Inženirska Zbornica Slovenije: 1077 str.

Fardis, M. N. 1996. Experimental and numerical investigations on the seismic response of R.C. infilled frames and recommendations for code provisions. Lisboa, Laboratorio Nacional de Engenharia Civil: 199 str.

Tomažević, M. 2009. Potresno odporne zidane stavbe. Ljubljana, Tehnis: 301 str.

Novak, P., 2013. Analiza nosilne konstrukcije večetažne poslovne stavbe v Idriji. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Bratina, S.): 109 str.

Amon, G., 2014. Dimenzioniranje značilnih elementov nosilne konstrukcije več etažnega poslovnega objekta v Logatcu. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Bratina, S.): 106 str.

Novak, L., 2013. Analiza armiranobetonskih okvirjev s polnili na potresno obtežbo. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Dolšek, M.): 35 str.

Dolšek, M., 2002. Odziv armiranobetonskih okvirov s polnili med potresi. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. 220 str.

Moretti, Marina L., 2015. Seismic Design of Masonry and Reinforced Concrete Infilled Frames: A Comprehensive Overview. School of Architecture, National Technical University of Athens, Athens, Greece. American Journal of Engineering and Applied Sciences. 19 str.

## STANDARDI

SIST EN 1990:2004. Evrokod – Osnove projektiranja konstrukcij.

SIST EN1991-1-1:2004. Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije – 1-1. del: Splošni vplivi – Prostorninske teže, lastna teža, koristna obtežba stavb.

SIST EN1991-1-1:2004/A101:2005. Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije – 1-1. del: Splošni vplivi – Prostorninske teže, lastna teža, koristna obtežba stavb – Nacionalni dodatek.

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

SIST EN 1991-1-3:2004/A101:2008. Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije – 1-3. del: Splošni vplivi – Obtežba snega – Nacionalni dodatek.

SIST EN 1991-1-4:2004. Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije – 1-4. del: Splošni vplivi – Vpliv vetra.

SIST EN 1991-1-4:2005/oA101:2007. Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije – 1-4. del: Splošni vplivi - Obtežba snega – Nacionalni dodatek.

SIST EN 1992-1-1:2005. Evrokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcij – 1-1. del: Splošna pravila in pravila za stavbe.

SIST EN 1992-1-1:2005/A101:2006. Evrokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcij – 1-1. del: Splošna pravila in pravila za stavbe – Nacionalni dodatek.

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

SIST EN 1998-1:2005/A101:2006. Evrokod 8: Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij – 1. del: Splošna pravila, potresni vplivi in pravila za stavbe – Nacionalni dodatek.

### **RAČUNALNIŠKI PROGRAMI**

Computers and Structures, Inc. 2009. SAP2000 v14.0.0: računalniški program za analizo in dimenzioniranje konstrukcijskih sistemov po metodi končnih elementov. Berkeley, CSI.

Fischinger, M., Isaković, T., Marolt, V., Sočan, S. 1999. DIAS: računalniški program za dimenzioniranje in analizo armiranobetonskih elementov. Ljubljana, UL FGG

Autodesk, Inc. 2017. AutoCAD Mechanical: programski paket za računalniško podprto konstruiranje. California.

---

»Ta stran je namenoma prazna.«



## **SEZNAM PRILOG**

### **PRILOGA A: VHODNI PODATKI PRI ANALIZI TIPIČNE MEDETAŽNE KONSTRUKCIJE**

Priloga A.1: Koordinate vozlišč (pred avtomatsko generacijo)

Priloga A.2: Podatki o podprtih vozliščih

Priloga A.3: Obtežne kombinacije

### **PRILOGA B: IZHODNI PODATKI PRI ANALIZI TIPIČNE MEDETAŽNE KONSTRUKCIJE**

Priloga B.1: Pomiki vozlišč pri ovojnici MSU

### **PRILOGA C: ARMATURNI NAČRTI**

Priloga C.1: Armaturni načrt AB medetažne konstrukcije – armatura spodaj

Priloga C.2: Armaturni načrt AB medetažne konstrukcije – armatura zgoraj

Priloga C.3: Armaturni načrt AB okvira

Priloga A.1: Koordinate vozlišč (pred avtomatsko generacijo)									
Joint	CoordSys	CoordType	XorR	Y	Z	SpecialIt	GlobalX	GlobalY	GlobalZ
Text	Text	Text	m	m	m	Yes/No	m	m	m
1	GLOBAL	Cartesian	18,6	10	2,85	No	18,60	10,00	2,85
2	GLOBAL	Cartesian	39,2	9	2,85	No	39,20	9,00	2,85
3	GLOBAL	Cartesian	1,35	1,35	2,85	No	1,35	1,35	2,85
4	GLOBAL	Cartesian	18,6	4,25	2,85	No	18,60	4,25	2,85
5	GLOBAL	Cartesian	1,35	4,25	2,85	No	1,35	4,25	2,85
6	GLOBAL	Cartesian	0	4,25	2,85	No	0,00	4,25	2,85
7	GLOBAL	Cartesian	1,35	5,5	2,85	No	1,35	5,50	2,85
8	GLOBAL	Cartesian	0	5,5	2,85	No	0,00	5,50	2,85
9	GLOBAL	Cartesian	1,35	6,96	2,85	No	1,35	6,96	2,85
10	GLOBAL	Cartesian	0	6,96	2,85	No	0,00	6,96	2,85
11	GLOBAL	Cartesian	1,35	8	2,85	No	1,35	8,00	2,85
12	GLOBAL	Cartesian	18,6	5,5	2,85	No	18,60	5,50	2,85
13	GLOBAL	Cartesian	1,35	9	2,85	No	1,35	9,00	2,85
14	GLOBAL	Cartesian	18,6	6,96	2,85	No	18,60	6,96	2,85
15	GLOBAL	Cartesian	1,35	10	2,85	No	1,35	10,00	2,85
16	GLOBAL	Cartesian	8,54	9	0	No	8,54	9,00	0,00
17	GLOBAL	Cartesian	1,35	11,04	2,85	No	1,35	11,04	2,85
18	GLOBAL	Cartesian	0	11,04	2,85	No	0,00	11,04	2,85
19	GLOBAL	Cartesian	1,35	12,5	2,85	No	1,35	12,50	2,85
20	GLOBAL	Cartesian	0	12,5	2,85	No	0,00	12,50	2,85
21	GLOBAL	Cartesian	1,35	13,758	2,85	No	1,35	13,76	2,85
22	GLOBAL	Cartesian	0	13,758	2,85	No	0,00	13,76	2,85
23	GLOBAL	Cartesian	1,35	14,95	2,85	No	1,35	14,95	2,85
24	GLOBAL	Cartesian	8,54	9	5,7	No	8,54	9,00	5,70
25	GLOBAL	Cartesian	1,35	16,65	2,85	No	1,35	16,65	2,85
26	GLOBAL	Cartesian	42,25	9	2,85	No	42,25	9,00	2,85
27	GLOBAL	Cartesian	18,6	8	2,85	No	18,60	8,00	2,85
28	GLOBAL	Cartesian	18,6	9	2,85	No	18,60	9,00	2,85
30	GLOBAL	Cartesian	5,275	1,35	2,85	No	5,28	1,35	2,85
31	GLOBAL	Cartesian	5,275	4,25	2,85	No	5,28	4,25	2,85
32	GLOBAL	Cartesian	5,275	5,5	2,85	No	5,28	5,50	2,85
33	GLOBAL	Cartesian	5,275	6,96	2,85	No	5,28	6,96	2,85
34	GLOBAL	Cartesian	5,275	8	2,85	No	5,28	8,00	2,85
35	GLOBAL	Cartesian	5,275	9	2,85	No	5,28	9,00	2,85
36	GLOBAL	Cartesian	5,275	10	2,85	No	5,28	10,00	2,85
37	GLOBAL	Cartesian	5,275	11,04	2,85	No	5,28	11,04	2,85
38	GLOBAL	Cartesian	5,275	12,5	2,85	No	5,28	12,50	2,85
39	GLOBAL	Cartesian	5,275	13,758	2,85	No	5,28	13,76	2,85
40	GLOBAL	Cartesian	5,275	14,95	2,85	No	5,28	14,95	2,85
41	GLOBAL	Cartesian	5,275	16,65	2,85	No	5,28	16,65	2,85
43	GLOBAL	Cartesian	8,205	0	2,85	No	8,21	0,00	2,85
44	GLOBAL	Cartesian	8,205	1,35	2,85	No	8,21	1,35	2,85
45	GLOBAL	Cartesian	8,205	4,25	2,85	No	8,21	4,25	2,85
46	GLOBAL	Cartesian	8,205	5,5	2,85	No	8,21	5,50	2,85
47	GLOBAL	Cartesian	8,205	6,96	2,85	No	8,21	6,96	2,85
48	GLOBAL	Cartesian	8,205	8	2,85	No	8,21	8,00	2,85
49	GLOBAL	Cartesian	8,205	9	2,85	No	8,21	9,00	2,85
50	GLOBAL	Cartesian	8,205	10	2,85	No	8,21	10,00	2,85
51	GLOBAL	Cartesian	8,205	11,04	2,85	No	8,21	11,04	2,85
52	GLOBAL	Cartesian	8,205	12,5	2,85	No	8,21	12,50	2,85
53	GLOBAL	Cartesian	8,205	13,758	2,85	No	8,21	13,76	2,85
54	GLOBAL	Cartesian	8,205	14,95	2,85	No	8,21	14,95	2,85
55	GLOBAL	Cartesian	8,205	16,65	2,85	No	8,21	16,65	2,85
56	GLOBAL	Cartesian	8,205	18	2,85	No	8,21	18,00	2,85
57	GLOBAL	Cartesian	8,54	0	2,85	No	8,54	0,00	2,85
58	GLOBAL	Cartesian	8,54	1,35	2,85	No	8,54	1,35	2,85

59	GLOBAL	Cartesian	8,54	4,25	2,85	No	8,54	4,25	2,85
60	GLOBAL	Cartesian	8,54	5,5	2,85	No	8,54	5,50	2,85
61	GLOBAL	Cartesian	8,54	6,96	2,85	No	8,54	6,96	2,85
62	GLOBAL	Cartesian	8,54	8	2,85	No	8,54	8,00	2,85
63	GLOBAL	Cartesian	8,54	9	2,85	No	8,54	9,00	2,85
64	GLOBAL	Cartesian	8,54	10	2,85	No	8,54	10,00	2,85
65	GLOBAL	Cartesian	8,54	11,04	2,85	No	8,54	11,04	2,85
66	GLOBAL	Cartesian	8,54	12,5	2,85	No	8,54	12,50	2,85
67	GLOBAL	Cartesian	8,54	13,758	2,85	No	8,54	13,76	2,85
68	GLOBAL	Cartesian	8,54	14,95	2,85	No	8,54	14,95	2,85
69	GLOBAL	Cartesian	8,54	16,65	2,85	No	8,54	16,65	2,85
70	GLOBAL	Cartesian	8,54	18	2,85	No	8,54	18,00	2,85
71	GLOBAL	Cartesian	10,6	0	2,85	No	10,60	0,00	2,85
72	GLOBAL	Cartesian	10,6	1,35	2,85	No	10,60	1,35	2,85
73	GLOBAL	Cartesian	10,6	4,25	2,85	No	10,60	4,25	2,85
74	GLOBAL	Cartesian	10,6	5,5	2,85	No	10,60	5,50	2,85
75	GLOBAL	Cartesian	10,6	6,96	2,85	No	10,60	6,96	2,85
76	GLOBAL	Cartesian	10,6	8	2,85	No	10,60	8,00	2,85
77	GLOBAL	Cartesian	10,6	9	2,85	No	10,60	9,00	2,85
78	GLOBAL	Cartesian	10,6	10	2,85	No	10,60	10,00	2,85
79	GLOBAL	Cartesian	10,6	11,04	2,85	No	10,60	11,04	2,85
80	GLOBAL	Cartesian	10,6	12,5	2,85	No	10,60	12,50	2,85
81	GLOBAL	Cartesian	10,6	13,758	2,85	No	10,60	13,76	2,85
82	GLOBAL	Cartesian	10,6	14,95	2,85	No	10,60	14,95	2,85
83	GLOBAL	Cartesian	10,6	16,65	2,85	No	10,60	16,65	2,85
84	GLOBAL	Cartesian	10,6	18	2,85	No	10,60	18,00	2,85
86	GLOBAL	Cartesian	14,2	1,35	2,85	No	14,20	1,35	2,85
87	GLOBAL	Cartesian	14,2	4,25	2,85	No	14,20	4,25	2,85
88	GLOBAL	Cartesian	14,2	5,5	2,85	No	14,20	5,50	2,85
89	GLOBAL	Cartesian	14,2	6,96	2,85	No	14,20	6,96	2,85
90	GLOBAL	Cartesian	14,2	8	2,85	No	14,20	8,00	2,85
91	GLOBAL	Cartesian	14,2	9	2,85	No	14,20	9,00	2,85
92	GLOBAL	Cartesian	14,2	10	2,85	No	14,20	10,00	2,85
93	GLOBAL	Cartesian	14,2	11,04	2,85	No	14,20	11,04	2,85
94	GLOBAL	Cartesian	14,2	12,5	2,85	No	14,20	12,50	2,85
95	GLOBAL	Cartesian	14,2	13,758	2,85	No	14,20	13,76	2,85
96	GLOBAL	Cartesian	14,2	14,95	2,85	No	14,20	14,95	2,85
97	GLOBAL	Cartesian	14,2	16,65	2,85	No	14,20	16,65	2,85
99	GLOBAL	Cartesian	14,64	0	2,85	No	14,64	0,00	2,85
100	GLOBAL	Cartesian	14,64	1,35	2,85	No	14,64	1,35	2,85
101	GLOBAL	Cartesian	14,64	4,25	2,85	No	14,64	4,25	2,85
102	GLOBAL	Cartesian	14,64	5,5	2,85	No	14,64	5,50	2,85
103	GLOBAL	Cartesian	14,64	6,96	2,85	No	14,64	6,96	2,85
104	GLOBAL	Cartesian	14,64	8	2,85	No	14,64	8,00	2,85
105	GLOBAL	Cartesian	14,64	9	2,85	No	14,64	9,00	2,85
106	GLOBAL	Cartesian	14,64	10	2,85	No	14,64	10,00	2,85
107	GLOBAL	Cartesian	14,64	11,04	2,85	No	14,64	11,04	2,85
108	GLOBAL	Cartesian	14,64	12,5	2,85	No	14,64	12,50	2,85
109	GLOBAL	Cartesian	14,64	13,758	2,85	No	14,64	13,76	2,85
110	GLOBAL	Cartesian	14,64	14,95	2,85	No	14,64	14,95	2,85
111	GLOBAL	Cartesian	14,64	16,65	2,85	No	14,64	16,65	2,85
112	GLOBAL	Cartesian	14,64	18	2,85	No	14,64	18,00	2,85
113	GLOBAL	Cartesian	17,35	0	2,85	No	17,35	0,00	2,85
114	GLOBAL	Cartesian	17,35	1,35	2,85	No	17,35	1,35	2,85
115	GLOBAL	Cartesian	17,35	4,25	2,85	No	17,35	4,25	2,85
116	GLOBAL	Cartesian	17,35	5,5	2,85	No	17,35	5,50	2,85
117	GLOBAL	Cartesian	17,35	6,96	2,85	No	17,35	6,96	2,85
118	GLOBAL	Cartesian	17,35	8	2,85	No	17,35	8,00	2,85
119	GLOBAL	Cartesian	17,35	9	2,85	No	17,35	9,00	2,85

120	GLOBAL	Cartesian	17,35	10	2,85	No	17,35	10,00	2,85
121	GLOBAL	Cartesian	17,35	11,04	2,85	No	17,35	11,04	2,85
122	GLOBAL	Cartesian	17,35	12,5	2,85	No	17,35	12,50	2,85
123	GLOBAL	Cartesian	17,35	13,758	2,85	No	17,35	13,76	2,85
124	GLOBAL	Cartesian	17,35	14,95	2,85	No	17,35	14,95	2,85
125	GLOBAL	Cartesian	17,35	16,65	2,85	No	17,35	16,65	2,85
126	GLOBAL	Cartesian	17,35	18	2,85	No	17,35	18,00	2,85
129	GLOBAL	Cartesian	20,6	4,25	2,85	No	20,60	4,25	2,85
130	GLOBAL	Cartesian	20,6	5,5	2,85	No	20,60	5,50	2,85
131	GLOBAL	Cartesian	20,6	6,96	2,85	No	20,60	6,96	2,85
132	GLOBAL	Cartesian	20,6	8	2,85	No	20,60	8,00	2,85
133	GLOBAL	Cartesian	20,6	9	2,85	No	20,60	9,00	2,85
134	GLOBAL	Cartesian	20,6	10	2,85	No	20,60	10,00	2,85
135	GLOBAL	Cartesian	20,6	11,04	2,85	No	20,60	11,04	2,85
136	GLOBAL	Cartesian	20,6	12,5	2,85	No	20,60	12,50	2,85
137	GLOBAL	Cartesian	20,6	13,758	2,85	No	20,60	13,76	2,85
142	GLOBAL	Cartesian	22	1,35	2,85	No	22,00	1,35	2,85
143	GLOBAL	Cartesian	22	4,25	2,85	No	22,00	4,25	2,85
144	GLOBAL	Cartesian	22	5,5	2,85	No	22,00	5,50	2,85
145	GLOBAL	Cartesian	22	6,96	2,85	No	22,00	6,96	2,85
146	GLOBAL	Cartesian	22	8	2,85	No	22,00	8,00	2,85
147	GLOBAL	Cartesian	22	9	2,85	No	22,00	9,00	2,85
148	GLOBAL	Cartesian	22	10	2,85	No	22,00	10,00	2,85
149	GLOBAL	Cartesian	22	11,04	2,85	No	22,00	11,04	2,85
150	GLOBAL	Cartesian	22	12,5	2,85	No	22,00	12,50	2,85
151	GLOBAL	Cartesian	22	13,758	2,85	No	22,00	13,76	2,85
152	GLOBAL	Cartesian	22	14,95	2,85	No	22,00	14,95	2,85
153	GLOBAL	Cartesian	22	16,65	2,85	No	22,00	16,65	2,85
156	GLOBAL	Cartesian	25,6	1,35	2,85	No	25,60	1,35	2,85
157	GLOBAL	Cartesian	25,6	4,25	2,85	No	25,60	4,25	2,85
158	GLOBAL	Cartesian	25,6	5,5	2,85	No	25,60	5,50	2,85
159	GLOBAL	Cartesian	25,6	6,96	2,85	No	25,60	6,96	2,85
160	GLOBAL	Cartesian	25,6	8	2,85	No	25,60	8,00	2,85
161	GLOBAL	Cartesian	25,6	9	2,85	No	25,60	9,00	2,85
162	GLOBAL	Cartesian	25,6	10	2,85	No	25,60	10,00	2,85
163	GLOBAL	Cartesian	25,6	11,04	2,85	No	25,60	11,04	2,85
164	GLOBAL	Cartesian	25,6	12,5	2,85	No	25,60	12,50	2,85
165	GLOBAL	Cartesian	25,6	13,758	2,85	No	25,60	13,76	2,85
166	GLOBAL	Cartesian	25,6	14,95	2,85	No	25,60	14,95	2,85
167	GLOBAL	Cartesian	25,6	16,65	2,85	No	25,60	16,65	2,85
169	GLOBAL	Cartesian	26,04	0	2,85	No	26,04	0,00	2,85
170	GLOBAL	Cartesian	26,04	1,35	2,85	No	26,04	1,35	2,85
171	GLOBAL	Cartesian	26,04	4,25	2,85	No	26,04	4,25	2,85
172	GLOBAL	Cartesian	26,04	5,5	2,85	No	26,04	5,50	2,85
173	GLOBAL	Cartesian	26,04	6,96	2,85	No	26,04	6,96	2,85
174	GLOBAL	Cartesian	26,04	8	2,85	No	26,04	8,00	2,85
175	GLOBAL	Cartesian	26,04	9	2,85	No	26,04	9,00	2,85
176	GLOBAL	Cartesian	26,04	10	2,85	No	26,04	10,00	2,85
177	GLOBAL	Cartesian	26,04	11,04	2,85	No	26,04	11,04	2,85
178	GLOBAL	Cartesian	26,04	12,5	2,85	No	26,04	12,50	2,85
179	GLOBAL	Cartesian	26,04	13,758	2,85	No	26,04	13,76	2,85
180	GLOBAL	Cartesian	26,04	14,95	2,85	No	26,04	14,95	2,85
181	GLOBAL	Cartesian	26,04	16,65	2,85	No	26,04	16,65	2,85
182	GLOBAL	Cartesian	26,04	18	2,85	No	26,04	18,00	2,85
183	GLOBAL	Cartesian	28,75	0	2,85	No	28,75	0,00	2,85
184	GLOBAL	Cartesian	28,75	1,35	2,85	No	28,75	1,35	2,85
185	GLOBAL	Cartesian	28,75	4,25	2,85	No	28,75	4,25	2,85
186	GLOBAL	Cartesian	28,75	5,5	2,85	No	28,75	5,50	2,85
187	GLOBAL	Cartesian	28,75	6,96	2,85	No	28,75	6,96	2,85

188	GLOBAL	Cartesian	28,75	8	2,85	No	28,75	8,00	2,85
189	GLOBAL	Cartesian	28,75	9	2,85	No	28,75	9,00	2,85
190	GLOBAL	Cartesian	28,75	10	2,85	No	28,75	10,00	2,85
191	GLOBAL	Cartesian	28,75	11,04	2,85	No	28,75	11,04	2,85
192	GLOBAL	Cartesian	28,75	12,5	2,85	No	28,75	12,50	2,85
193	GLOBAL	Cartesian	28,75	13,758	2,85	No	28,75	13,76	2,85
194	GLOBAL	Cartesian	28,75	14,95	2,85	No	28,75	14,95	2,85
195	GLOBAL	Cartesian	28,75	16,65	2,85	No	28,75	16,65	2,85
196	GLOBAL	Cartesian	28,75	18	2,85	No	28,75	18,00	2,85
198	GLOBAL	Cartesian	32,35	1,35	2,85	No	32,35	1,35	2,85
199	GLOBAL	Cartesian	32,35	4,25	2,85	No	32,35	4,25	2,85
200	GLOBAL	Cartesian	32,35	5,5	2,85	No	32,35	5,50	2,85
201	GLOBAL	Cartesian	32,35	6,96	2,85	No	32,35	6,96	2,85
202	GLOBAL	Cartesian	32,35	8	2,85	No	32,35	8,00	2,85
203	GLOBAL	Cartesian	32,35	9	2,85	No	32,35	9,00	2,85
204	GLOBAL	Cartesian	32,35	10	2,85	No	32,35	10,00	2,85
205	GLOBAL	Cartesian	32,35	11,04	2,85	No	32,35	11,04	2,85
206	GLOBAL	Cartesian	32,35	12,5	2,85	No	32,35	12,50	2,85
207	GLOBAL	Cartesian	32,35	13,758	2,85	No	32,35	13,76	2,85
208	GLOBAL	Cartesian	32,35	14,95	2,85	No	32,35	14,95	2,85
209	GLOBAL	Cartesian	32,35	16,65	2,85	No	32,35	16,65	2,85
211	GLOBAL	Cartesian	32,79	0	2,85	No	32,79	0,00	2,85
212	GLOBAL	Cartesian	32,79	1,35	2,85	No	32,79	1,35	2,85
213	GLOBAL	Cartesian	32,79	4,25	2,85	No	32,79	4,25	2,85
214	GLOBAL	Cartesian	32,79	5,5	2,85	No	32,79	5,50	2,85
215	GLOBAL	Cartesian	32,79	6,96	2,85	No	32,79	6,96	2,85
216	GLOBAL	Cartesian	32,79	8	2,85	No	32,79	8,00	2,85
217	GLOBAL	Cartesian	32,79	9	2,85	No	32,79	9,00	2,85
218	GLOBAL	Cartesian	32,79	10	2,85	No	32,79	10,00	2,85
219	GLOBAL	Cartesian	32,79	11,04	2,85	No	32,79	11,04	2,85
220	GLOBAL	Cartesian	32,79	12,5	2,85	No	32,79	12,50	2,85
221	GLOBAL	Cartesian	32,79	13,758	2,85	No	32,79	13,76	2,85
222	GLOBAL	Cartesian	32,79	14,95	2,85	No	32,79	14,95	2,85
223	GLOBAL	Cartesian	32,79	16,65	2,85	No	32,79	16,65	2,85
224	GLOBAL	Cartesian	32,79	18	2,85	No	32,79	18,00	2,85
225	GLOBAL	Cartesian	35,5	0	2,85	No	35,50	0,00	2,85
226	GLOBAL	Cartesian	35,5	1,35	2,85	No	35,50	1,35	2,85
227	GLOBAL	Cartesian	35,5	4,25	2,85	No	35,50	4,25	2,85
228	GLOBAL	Cartesian	35,5	5,5	2,85	No	35,50	5,50	2,85
229	GLOBAL	Cartesian	35,5	6,96	2,85	No	35,50	6,96	2,85
230	GLOBAL	Cartesian	35,5	8	2,85	No	35,50	8,00	2,85
231	GLOBAL	Cartesian	35,5	9	2,85	No	35,50	9,00	2,85
232	GLOBAL	Cartesian	35,5	10	2,85	No	35,50	10,00	2,85
233	GLOBAL	Cartesian	35,5	11,04	2,85	No	35,50	11,04	2,85
234	GLOBAL	Cartesian	35,5	12,5	2,85	No	35,50	12,50	2,85
235	GLOBAL	Cartesian	35,5	13,758	2,85	No	35,50	13,76	2,85
236	GLOBAL	Cartesian	35,5	14,95	2,85	No	35,50	14,95	2,85
237	GLOBAL	Cartesian	35,5	16,65	2,85	No	35,50	16,65	2,85
238	GLOBAL	Cartesian	35,5	18	2,85	No	35,50	18,00	2,85
240	GLOBAL	Cartesian	39,2	1,35	2,85	No	39,20	1,35	2,85
241	GLOBAL	Cartesian	39,2	4,25	2,85	No	39,20	4,25	2,85
242	GLOBAL	Cartesian	39,2	5,5	2,85	No	39,20	5,50	2,85
243	GLOBAL	Cartesian	39,2	6,96	2,85	No	39,20	6,96	2,85
244	GLOBAL	Cartesian	39,2	8	2,85	No	39,20	8,00	2,85
246	GLOBAL	Cartesian	39,2	10	2,85	No	39,20	10,00	2,85
247	GLOBAL	Cartesian	39,2	11,04	2,85	No	39,20	11,04	2,85
248	GLOBAL	Cartesian	39,2	12,5	2,85	No	39,20	12,50	2,85
249	GLOBAL	Cartesian	39,2	13,758	2,85	No	39,20	13,76	2,85
250	GLOBAL	Cartesian	39,2	14,95	2,85	No	39,20	14,95	2,85

251	GLOBAL	Cartesian	39,2	16,65	2,85	No	39,20	16,65	2,85
253	GLOBAL	Cartesian	39,54	0	2,85	No	39,54	0,00	2,85
254	GLOBAL	Cartesian	39,54	1,35	2,85	No	39,54	1,35	2,85
255	GLOBAL	Cartesian	39,54	4,25	2,85	No	39,54	4,25	2,85
256	GLOBAL	Cartesian	39,54	5,5	2,85	No	39,54	5,50	2,85
257	GLOBAL	Cartesian	39,54	6,96	2,85	No	39,54	6,96	2,85
258	GLOBAL	Cartesian	39,54	8	2,85	No	39,54	8,00	2,85
260	GLOBAL	Cartesian	39,54	10	2,85	No	39,54	10,00	2,85
261	GLOBAL	Cartesian	39,54	11,04	2,85	No	39,54	11,04	2,85
262	GLOBAL	Cartesian	39,54	12,5	2,85	No	39,54	12,50	2,85
263	GLOBAL	Cartesian	39,54	13,758	2,85	No	39,54	13,76	2,85
264	GLOBAL	Cartesian	39,54	14,95	2,85	No	39,54	14,95	2,85
265	GLOBAL	Cartesian	39,54	16,65	2,85	No	39,54	16,65	2,85
266	GLOBAL	Cartesian	39,54	18	2,85	No	39,54	18,00	2,85
267	GLOBAL	Cartesian	42,25	0	2,85	No	42,25	0,00	2,85
268	GLOBAL	Cartesian	42,25	1,35	2,85	No	42,25	1,35	2,85
269	GLOBAL	Cartesian	42,25	4,25	2,85	No	42,25	4,25	2,85
270	GLOBAL	Cartesian	42,25	5,5	2,85	No	42,25	5,50	2,85
271	GLOBAL	Cartesian	42,25	6,96	2,85	No	42,25	6,96	2,85
272	GLOBAL	Cartesian	42,25	8	2,85	No	42,25	8,00	2,85
274	GLOBAL	Cartesian	42,25	10	2,85	No	42,25	10,00	2,85
275	GLOBAL	Cartesian	42,25	11,04	2,85	No	42,25	11,04	2,85
276	GLOBAL	Cartesian	42,25	12,5	2,85	No	42,25	12,50	2,85
277	GLOBAL	Cartesian	42,25	13,758	2,85	No	42,25	13,76	2,85
278	GLOBAL	Cartesian	42,25	14,95	2,85	No	42,25	14,95	2,85
279	GLOBAL	Cartesian	42,25	16,65	2,85	No	42,25	16,65	2,85
280	GLOBAL	Cartesian	42,25	18	2,85	No	42,25	18,00	2,85
284	GLOBAL	Cartesian	1,35	1,35	5,7	No	1,35	1,35	5,70
285	GLOBAL	Cartesian	1,35	1,35	0	No	1,35	1,35	0,00
288	GLOBAL	Cartesian	8,205	1,35	5,7	No	8,21	1,35	5,70
289	GLOBAL	Cartesian	8,205	1,35	0	No	8,21	1,35	0,00
290	GLOBAL	Cartesian	10,6	1,35	5,7	No	10,60	1,35	5,70
291	GLOBAL	Cartesian	10,6	1,35	0	No	10,60	1,35	0,00
292	GLOBAL	Cartesian	14,64	1,35	5,7	No	14,64	1,35	5,70
293	GLOBAL	Cartesian	14,64	1,35	0	No	14,64	1,35	0,00
294	GLOBAL	Cartesian	17,35	1,35	5,7	No	17,35	1,35	5,70
295	GLOBAL	Cartesian	17,35	1,35	0	No	17,35	1,35	0,00
296	GLOBAL	Cartesian	22	1,35	5,7	No	22,00	1,35	5,70
297	GLOBAL	Cartesian	22	1,35	0	No	22,00	1,35	0,00
298	GLOBAL	Cartesian	26,04	1,35	5,7	No	26,04	1,35	5,70
299	GLOBAL	Cartesian	26,04	1,35	0	No	26,04	1,35	0,00
300	GLOBAL	Cartesian	28,75	1,35	5,7	No	28,75	1,35	5,70
301	GLOBAL	Cartesian	28,75	1,35	0	No	28,75	1,35	0,00
302	GLOBAL	Cartesian	32,79	1,35	5,7	No	32,79	1,35	5,70
303	GLOBAL	Cartesian	32,79	1,35	0	No	32,79	1,35	0,00
304	GLOBAL	Cartesian	35,5	1,35	5,7	No	35,50	1,35	5,70
305	GLOBAL	Cartesian	35,5	1,35	0	No	35,50	1,35	0,00
306	GLOBAL	Cartesian	39,54	1,35	5,7	No	39,54	1,35	5,70
307	GLOBAL	Cartesian	39,54	1,35	0	No	39,54	1,35	0,00
308	GLOBAL	Cartesian	42,25	1,35	5,7	No	42,25	1,35	5,70
309	GLOBAL	Cartesian	42,25	1,35	0	No	42,25	1,35	0,00
310	GLOBAL	Cartesian	1,35	4,25	5,7	No	1,35	4,25	5,70
311	GLOBAL	Cartesian	1,35	4,25	0	No	1,35	4,25	0,00
314	GLOBAL	Cartesian	10,6	5,5	5,7	No	10,60	5,50	5,70
315	GLOBAL	Cartesian	10,6	5,5	0	No	10,60	5,50	0,00
316	GLOBAL	Cartesian	17,35	5,5	5,7	No	17,35	5,50	5,70
317	GLOBAL	Cartesian	17,35	5,5	0	No	17,35	5,50	0,00
318	GLOBAL	Cartesian	22	5,5	5,7	No	22,00	5,50	5,70
319	GLOBAL	Cartesian	22	5,5	0	No	22,00	5,50	0,00

320	GLOBAL	Cartesian	28,75	5,5	5,7	No	28,75	5,50	5,70
321	GLOBAL	Cartesian	28,75	5,5	0	No	28,75	5,50	0,00
324	GLOBAL	Cartesian	35,5	5,5	5,7	No	35,50	5,50	5,70
325	GLOBAL	Cartesian	35,5	5,5	0	No	35,50	5,50	0,00
326	GLOBAL	Cartesian	42,25	5,5	5,7	No	42,25	5,50	5,70
327	GLOBAL	Cartesian	42,25	5,5	0	No	42,25	5,50	0,00
328	GLOBAL	Cartesian	1,35	6,96	5,7	No	1,35	6,96	5,70
329	GLOBAL	Cartesian	1,35	6,96	0	No	1,35	6,96	0,00
330	GLOBAL	Cartesian	10,6	8	5,7	No	10,60	8,00	5,70
331	GLOBAL	Cartesian	10,6	8	0	No	10,60	8,00	0,00
332	GLOBAL	Cartesian	14,2	8	5,7	No	14,20	8,00	5,70
333	GLOBAL	Cartesian	14,2	8	0	No	14,20	8,00	0,00
334	GLOBAL	Cartesian	17,35	8	5,7	No	17,35	8,00	5,70
337	GLOBAL	Cartesian	17,35	8	0	No	17,35	8,00	0,00
338	GLOBAL	Cartesian	22	8	5,7	No	22,00	8,00	5,70
339	GLOBAL	Cartesian	22	8	0	No	22,00	8,00	0,00
340	GLOBAL	Cartesian	25,6	8	5,7	No	25,60	8,00	5,70
341	GLOBAL	Cartesian	25,6	8	0	No	25,60	8,00	0,00
342	GLOBAL	Cartesian	28,75	8	5,7	No	28,75	8,00	5,70
343	GLOBAL	Cartesian	28,75	8	0	No	28,75	8,00	0,00
344	GLOBAL	Cartesian	32,35	8	5,7	No	32,35	8,00	5,70
345	GLOBAL	Cartesian	32,35	8	0	No	32,35	8,00	0,00
346	GLOBAL	Cartesian	35,5	8	5,7	No	35,50	8,00	5,70
347	GLOBAL	Cartesian	35,5	8	0	No	35,50	8,00	0,00
348	GLOBAL	Cartesian	39,2	8	5,7	No	39,20	8,00	5,70
349	GLOBAL	Cartesian	39,2	8	0	No	39,20	8,00	0,00
350	GLOBAL	Cartesian	42,25	8	5,7	No	42,25	8,00	5,70
351	GLOBAL	Cartesian	42,25	8	0	No	42,25	8,00	0,00
352	GLOBAL	Cartesian	5,275	1,35	0	No	5,28	1,35	0,00
353	GLOBAL	Cartesian	5,275	1,35	5,7	No	5,28	1,35	5,70
354	GLOBAL	Cartesian	5,275	5,5	5,7	No	5,28	5,50	5,70
355	GLOBAL	Cartesian	5,275	5,5	0	No	5,28	5,50	0,00
356	GLOBAL	Cartesian	5,275	9	5,7	No	5,28	9,00	5,70
357	GLOBAL	Cartesian	5,275	9	0	No	5,28	9,00	0,00
358	GLOBAL	Cartesian	5,275	12,5	5,7	No	5,28	12,50	5,70
359	GLOBAL	Cartesian	5,275	12,5	0	No	5,28	12,50	0,00
360	GLOBAL	Cartesian	5,275	16,65	0	No	5,28	16,65	0,00
361	GLOBAL	Cartesian	5,275	16,65	5,7	No	5,28	16,65	5,70
362	GLOBAL	Cartesian	1,35	9	5,7	No	1,35	9,00	5,70
363	GLOBAL	Cartesian	1,35	9	0	No	1,35	9,00	0,00
364	GLOBAL	Cartesian	10,6	10	0	No	10,60	10,00	0,00
365	GLOBAL	Cartesian	10,6	10	5,7	No	10,60	10,00	5,70
366	GLOBAL	Cartesian	14,2	10	5,7	No	14,20	10,00	5,70
367	GLOBAL	Cartesian	14,2	10	0	No	14,20	10,00	0,00
368	GLOBAL	Cartesian	17,35	10	0	No	17,35	10,00	0,00
369	GLOBAL	Cartesian	17,35	10	5,7	No	17,35	10,00	5,70
370	GLOBAL	Cartesian	22	10	5,7	No	22,00	10,00	5,70
371	GLOBAL	Cartesian	22	10	0	No	22,00	10,00	0,00
372	GLOBAL	Cartesian	25,6	10	5,7	No	25,60	10,00	5,70
373	GLOBAL	Cartesian	25,6	10	0	No	25,60	10,00	0,00
374	GLOBAL	Cartesian	28,75	10	5,7	No	28,75	10,00	5,70
375	GLOBAL	Cartesian	28,75	10	0	No	28,75	10,00	0,00
376	GLOBAL	Cartesian	32,35	10	5,7	No	32,35	10,00	5,70
377	GLOBAL	Cartesian	32,35	10	0	No	32,35	10,00	0,00
378	GLOBAL	Cartesian	35,5	10	5,7	No	35,50	10,00	5,70
379	GLOBAL	Cartesian	35,5	10	0	No	35,50	10,00	0,00
380	GLOBAL	Cartesian	39,2	10	5,7	No	39,20	10,00	5,70
381	GLOBAL	Cartesian	39,2	10	0	No	39,20	10,00	0,00
382	GLOBAL	Cartesian	42,25	10	5,7	No	42,25	10,00	5,70

383	GLOBAL	Cartesian	42,25	10	0	No	42,25	10,00	0,00
384	GLOBAL	Cartesian	1,35	11,04	5,7	No	1,35	11,04	5,70
385	GLOBAL	Cartesian	1,35	11,04	0	No	1,35	11,04	0,00
386	GLOBAL	Cartesian	10,6	12,5	5,7	No	10,60	12,50	5,70
387	GLOBAL	Cartesian	10,6	12,5	0	No	10,60	12,50	0,00
388	GLOBAL	Cartesian	17,35	12,5	5,7	No	17,35	12,50	5,70
389	GLOBAL	Cartesian	17,35	12,5	0	No	17,35	12,50	0,00
390	GLOBAL	Cartesian	22	12,5	5,7	No	22,00	12,50	5,70
391	GLOBAL	Cartesian	22	12,5	0	No	22,00	12,50	0,00
392	GLOBAL	Cartesian	28,75	12,5	5,7	No	28,75	12,50	5,70
393	GLOBAL	Cartesian	28,75	12,5	0	No	28,75	12,50	0,00
394	GLOBAL	Cartesian	35,5	12,5	5,7	No	35,50	12,50	5,70
395	GLOBAL	Cartesian	35,5	12,5	0	No	35,50	12,50	0,00
396	GLOBAL	Cartesian	42,25	12,5	5,7	No	42,25	12,50	5,70
397	GLOBAL	Cartesian	42,25	12,5	0	No	42,25	12,50	0,00
400	GLOBAL	Cartesian	1,35	13,758	5,7	No	1,35	13,76	5,70
401	GLOBAL	Cartesian	1,35	13,758	0	No	1,35	13,76	0,00
402	GLOBAL	Cartesian	20,6	14,95	2,85	No	20,60	14,95	2,85
403	GLOBAL	Cartesian	1,35	16,65	5,7	No	1,35	16,65	5,70
404	GLOBAL	Cartesian	1,35	16,65	0	No	1,35	16,65	0,00
405	GLOBAL	Cartesian	8,205	16,65	5,7	No	8,21	16,65	5,70
406	GLOBAL	Cartesian	8,205	16,65	0	No	8,21	16,65	0,00
407	GLOBAL	Cartesian	10,6	16,65	5,7	No	10,60	16,65	5,70
408	GLOBAL	Cartesian	10,6	16,65	0	No	10,60	16,65	0,00
409	GLOBAL	Cartesian	14,64	16,65	5,7	No	14,64	16,65	5,70
410	GLOBAL	Cartesian	14,64	16,65	0	No	14,64	16,65	0,00
411	GLOBAL	Cartesian	17,35	16,65	5,7	No	17,35	16,65	5,70
412	GLOBAL	Cartesian	17,35	16,65	0	No	17,35	16,65	0,00
413	GLOBAL	Cartesian	22	16,65	5,7	No	22,00	16,65	5,70
414	GLOBAL	Cartesian	22	16,65	0	No	22,00	16,65	0,00
415	GLOBAL	Cartesian	26,04	16,65	5,7	No	26,04	16,65	5,70
416	GLOBAL	Cartesian	26,04	16,65	0	No	26,04	16,65	0,00
417	GLOBAL	Cartesian	28,75	16,65	5,7	No	28,75	16,65	5,70
418	GLOBAL	Cartesian	28,75	16,65	0	No	28,75	16,65	0,00
419	GLOBAL	Cartesian	32,79	16,65	5,7	No	32,79	16,65	5,70
420	GLOBAL	Cartesian	32,79	16,65	0	No	32,79	16,65	0,00
421	GLOBAL	Cartesian	35,5	16,65	5,7	No	35,50	16,65	5,70
422	GLOBAL	Cartesian	35,5	16,65	0	No	35,50	16,65	0,00
423	GLOBAL	Cartesian	39,54	16,65	5,7	No	39,54	16,65	5,70
424	GLOBAL	Cartesian	39,54	16,65	0	No	39,54	16,65	0,00
425	GLOBAL	Cartesian	42,25	16,65	5,7	No	42,25	16,65	5,70
426	GLOBAL	Cartesian	42,25	16,65	0	No	42,25	16,65	0,00



Priloga A.2: Podatki o podprtih vozliščih						
Joint	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No
16	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
24	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
284	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
285	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
288	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
289	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
290	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
291	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
292	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
293	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
294	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
295	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
296	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
297	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
298	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
299	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
300	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
301	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
302	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
303	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
304	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
305	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
306	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
307	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
308	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
309	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
310	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
311	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
314	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
315	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
316	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
317	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
318	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
319	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
320	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
321	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
324	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
325	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
326	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
327	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
328	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
329	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
330	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
331	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
332	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
333	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
334	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
337	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
338	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
339	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
340	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
341	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
342	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
343	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
344	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
345	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

---

346	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
347	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
348	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
349	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
350	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
351	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
352	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
353	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
354	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
355	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
356	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
357	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
358	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
359	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
360	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
361	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
362	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
363	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
364	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
365	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
366	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
367	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
368	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
369	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
370	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
371	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
372	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
373	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
374	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
375	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
376	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
377	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
378	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
379	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
380	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
381	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
382	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
383	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
384	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
385	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
386	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
387	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
388	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
389	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
390	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
391	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
392	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
393	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
394	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
395	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
396	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
397	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
400	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
401	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
403	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
404	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
405	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
406	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
407	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes

---

408	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
409	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
410	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
411	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
412	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
413	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
414	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
415	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
416	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
417	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
418	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
419	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
420	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
421	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
422	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
423	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
424	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
425	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
426	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

Priloga A.3: Obtežne kombinacije									
Combo Name	Combo Type	Auto Design	Case Type	CaseName	Scale Factor	Steel Design	Conc Design	Alum Design	Cold Design
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No
K1-MSN	Linear Add	No	Linear Static	lastna in stalna	1,35	No	No	No	No
K1-MSN			Linear Static	koristna obtežba-povsod	1,5				
K2-MSN	Linear Add	No	Linear Static	lastna in stalna	1,35	No	No	No	No
K2-MSN			Linear Static	koristna obtežba 1	1,5				
K3-MSN	Linear Add	No	Linear Static	lastna in stalna	1,35	No	No	No	No
K3-MSN			Linear Static	koristna obtežba 2	1,5				
K4-MSN	Linear Add	No	Linear Static	lastna in stalna	1,35	No	No	No	No
K4-MSN			Linear Static	koristna obtežba 3	1,5				
ovojnica-MSN	Envelope	No	Response Combo	K1-MSN	1	No	No	No	No
ovojnica-MSN			Response Combo	K2-MSN	1				
ovojnica-MSN			Response Combo	K3-MSN	1				
ovojnica-MSN			Response Combo	K4-MSN	1				

Preglednica B.1: Pomiki vozlišč pri ovojnici MSU								
Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians
1	ovojnica-MSU	Combination	-2,04E-06	-2,51E-06	-1,56E-03	-5,60E-05	1,11E-03	8,54E-06
2	ovojnica-MSU	Combination	-1,00E-05	-5,75E-08	4,84E-06	-4,51E-06	-3,33E-04	-4,66E-07
3	ovojnica-MSU	Combination	2,30E-05	-7,91E-07	-1,20E-04	-2,21E-04	4,16E-04	3,40E-06
4	ovojnica-MSU	Combination	3,45E-07	-6,68E-06	-1,57E-03	3,15E-04	8,77E-04	5,79E-06
5	ovojnica-MSU	Combination	-1,70E-05	-5,06E-06	-1,82E-04	-5,65E-06	3,13E-04	-4,50E-05
6	ovojnica-MSU	Combination	-9,95E-06	1,57E-06	-6,29E-04	-1,50E-04	-5,64E-04	-7,35E-06
7	ovojnica-MSU	Combination	-7,49E-06	9,29E-08	-3,29E-04	-1,40E-05	2,36E-04	-8,00E-06
8	ovojnica-MSU	Combination	-1,00E-05	1,82E-06	-7,55E-04	-2,80E-05	-5,47E-04	-2,09E-06
9	ovojnica-MSU	Combination	-7,80E-06	-4,16E-06	-1,47E-04	6,10E-05	2,42E-04	3,10E-05
10	ovojnica-MSU	Combination	-2,05E-06	2,40E-06	-6,46E-04	1,47E-04	-5,82E-04	-1,73E-06
11	ovojnica-MSU	Combination	7,73E-06	5,35E-06	-1,88E-04	-1,50E-05	5,28E-04	-7,66E-07
12	ovojnica-MSU	Combination	-4,95E-06	-5,94E-06	-1,28E-03	8,90E-05	9,77E-04	9,09E-08
13	ovojnica-MSU	Combination	1,40E-05	-5,38E-07	-1,55E-04	-3,02E-06	4,91E-04	5,93E-07
14	ovojnica-MSU	Combination	-6,46E-07	-3,36E-06	-1,33E-03	-7,30E-05	9,80E-04	-3,36E-06
15	ovojnica-MSU	Combination	7,59E-06	-6,90E-06	-1,93E-04	1,30E-05	5,51E-04	4,44E-06
16	ovojnica-MSU	Combination	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
17	ovojnica-MSU	Combination	-8,96E-06	2,76E-06	-1,52E-04	-6,40E-05	2,71E-04	-2,90E-05
18	ovojnica-MSU	Combination	-2,76E-06	-4,58E-06	-5,91E-04	-1,47E-04	-5,35E-04	2,31E-06
19	ovojnica-MSU	Combination	-8,96E-06	-1,55E-06	-3,42E-04	1,40E-05	2,93E-04	8,60E-06
20	ovojnica-MSU	Combination	-1,20E-05	-4,08E-06	-6,98E-04	2,90E-05	-4,98E-04	2,74E-06
21	ovojnica-MSU	Combination	-2,00E-05	3,87E-06	-1,88E-04	4,99E-06	3,50E-04	4,70E-05
22	ovojnica-MSU	Combination	-1,20E-05	-3,92E-06	-5,70E-04	1,52E-04	-5,15E-04	7,87E-06
23	ovojnica-MSU	Combination	1,29E-06	2,30E-05	-3,90E-04	-6,50E-05	7,41E-04	-1,30E-05
24	ovojnica-MSU	Combination	0,00E+00	0,00E+00	-5,24E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
25	ovojnica-MSU	Combination	2,20E-05	1,17E-07	-1,22E-04	2,25E-04	4,32E-04	-3,74E-06
26	ovojnica-MSU	Combination	-1,20E-05	1,10E-06	-1,19E-04	-9,61E-07	-2,93E-04	1,38E-06
27	ovojnica-MSU	Combination	-7,48E-07	-2,40E-06	-1,42E-03	-1,10E-04	1,06E-03	4,17E-06
28	ovojnica-MSU	Combination	-1,72E-06	-2,40E-06	-1,52E-03	-6,80E-05	1,01E-03	7,31E-06
30	ovojnica-MSU	Combination	-1,30E-05	1,10E-05	-2,89E-04	-7,56E-04	-1,32E-04	-1,40E-05
31	ovojnica-MSU	Combination	-3,45E-06	-3,60E-05	-1,33E-03	5,22E-04	3,32E-04	7,23E-06
32	ovojnica-MSU	Combination	-5,50E-06	-9,57E-06	-4,55E-04	2,28E-04	2,59E-04	-4,80E-06
33	ovojnica-MSU	Combination	-4,76E-06	9,62E-06	-7,64E-04	-9,20E-05	2,19E-04	-1,30E-05
34	ovojnica-MSU	Combination	-5,86E-06	-1,10E-05	-7,01E-04	1,74E-04	7,90E-05	-1,50E-05
35	ovojnica-MSU	Combination	-9,63E-06	1,19E-07	-4,46E-04	1,24E-06	-8,80E-05	1,93E-07
36	ovojnica-MSU	Combination	-6,24E-06	1,10E-05	-6,97E-04	-1,72E-04	2,60E-05	9,86E-06
37	ovojnica-MSU	Combination	-5,44E-06	-9,31E-06	-7,59E-04	9,20E-05	1,28E-04	1,10E-05
38	ovojnica-MSU	Combination	-6,22E-06	9,69E-06	-4,52E-04	-2,27E-04	1,75E-04	4,26E-06
39	ovojnica-MSU	Combination	-5,11E-06	3,60E-05	-1,33E-03	-5,18E-04	2,16E-04	-6,90E-06
40	ovojnica-MSU	Combination	-6,50E-06	-3,42E-06	-1,56E-03	2,55E-04	7,60E-05	-1,50E-05
41	ovojnica-MSU	Combination	-1,70E-05	-1,00E-05	-2,91E-04	7,56E-04	-1,53E-04	1,30E-05
43	ovojnica-MSU	Combination	2,30E-05	-7,05E-06	-1,65E-04	2,02E-04	6,10E-05	1,20E-05
44	ovojnica-MSU	Combination	6,52E-08	-1,30E-05	-1,69E-04	-5,35E-04	-1,90E-05	5,00E-05
45	ovojnica-MSU	Combination	-2,88E-06	-2,45E-06	-3,32E-03	-2,01E-04	-4,06E-04	-1,35E-06
46	ovojnica-MSU	Combination	-3,16E-06	-4,78E-06	-3,12E-03	4,48E-04	-4,88E-04	1,22E-07
47	ovojnica-MSU	Combination	-7,33E-06	-8,98E-06	-2,12E-03	8,89E-04	-4,82E-04	3,49E-06
48	ovojnica-MSU	Combination	-1,30E-05	-1,10E-05	-1,18E-03	8,08E-04	-4,92E-04	-1,30E-05
49	ovojnica-MSU	Combination	-2,00E-05	6,75E-07	-6,86E-04	4,50E-05	-4,30E-04	-6,02E-07
50	ovojnica-MSU	Combination	-1,30E-05	1,20E-05	-1,09E-03	-7,13E-04	-4,70E-04	1,40E-05
51	ovojnica-MSU	Combination	-7,50E-06	1,00E-05	-1,94E-03	-8,13E-04	-4,55E-04	-3,67E-06
52	ovojnica-MSU	Combination	-3,98E-06	6,10E-06	-2,86E-03	-4,26E-04	-4,62E-04	1,62E-06
53	ovojnica-MSU	Combination	-4,37E-06	3,73E-06	-3,06E-03	1,72E-04	-3,83E-04	-1,44E-06
54	ovojnica-MSU	Combination	-4,23E-06	3,96E-06	-2,33E-03	1,08E-03	-2,73E-04	4,45E-06
55	ovojnica-MSU	Combination	-3,16E-06	1,40E-05	-1,56E-04	4,98E-04	-2,00E-05	-5,00E-05
56	ovojnica-MSU	Combination	1,90E-05	8,02E-06	-1,96E-04	-2,32E-04	5,40E-05	-1,20E-05
57	ovojnica-MSU	Combination	2,30E-05	-3,09E-06	-1,83E-04	1,97E-04	4,90E-05	1,20E-05
58	ovojnica-MSU	Combination	9,13E-06	-1,54E-06	-1,94E-04	-5,76E-04	5,40E-05	9,81E-06

59	ovojnica-MSU	Combination	-3,15E-06	-2,63E-06	-3,13E-03	-1,47E-04	-7,31E-04	-5,11E-07
60	ovojnica-MSU	Combination	-2,00E-06	-4,71E-06	-2,88E-03	4,51E-04	-8,91E-04	1,34E-06
61	ovojnica-MSU	Combination	-6,77E-06	-8,67E-06	-1,92E-03	8,57E-04	-7,02E-04	2,87E-06
62	ovojnica-MSU	Combination	-1,50E-05	-1,80E-05	-1,02E-03	5,51E-04	-4,21E-04	1,30E-05
63	ovojnica-MSU	Combination	-1,70E-05	9,44E-07	-5,17E-04	4,10E-05	-4,00E-04	8,67E-07
64	ovojnica-MSU	Combination	-1,50E-05	2,00E-05	-9,35E-04	-4,69E-04	-3,86E-04	-1,30E-05
65	ovojnica-MSU	Combination	-6,85E-06	1,00E-05	-1,75E-03	-7,82E-04	-6,53E-04	-1,92E-06
66	ovojnica-MSU	Combination	-2,75E-06	6,17E-06	-2,64E-03	-4,30E-04	-8,32E-04	-2,05E-06
67	ovojnica-MSU	Combination	-4,63E-06	4,00E-06	-2,89E-03	1,21E-04	-6,76E-04	3,76E-06
68	ovojnica-MSU	Combination	-5,03E-06	4,05E-06	-2,21E-03	1,03E-03	-3,97E-04	-3,59E-06
69	ovojnica-MSU	Combination	5,56E-06	2,74E-06	-1,79E-04	5,33E-04	5,20E-05	-1,00E-05
70	ovojnica-MSU	Combination	1,90E-05	4,19E-06	-2,12E-04	-2,26E-04	4,20E-05	-1,20E-05
71	ovojnica-MSU	Combination	2,30E-05	2,40E-05	-1,78E-04	1,83E-04	-4,30E-05	4,02E-06
72	ovojnica-MSU	Combination	1,20E-05	1,70E-05	-2,57E-04	-7,09E-04	1,60E-04	-2,70E-05
73	ovojnica-MSU	Combination	-1,50E-06	-3,60E-05	-1,40E-03	5,47E-04	2,33E-04	-1,00E-05
74	ovojnica-MSU	Combination	-3,66E-06	-8,66E-06	-4,06E-04	3,61E-04	7,30E-05	-1,30E-05
75	ovojnica-MSU	Combination	-2,69E-06	1,10E-05	-3,99E-04	8,50E-05	-1,10E-05	-8,58E-06
76	ovojnica-MSU	Combination	2,21E-06	3,36E-06	-2,24E-04	1,67E-04	-4,40E-05	-4,24E-06
77	ovojnica-MSU	Combination	-3,52E-06	1,33E-06	-2,21E-04	1,94E-06	-1,40E-05	3,10E-07
78	ovojnica-MSU	Combination	2,67E-06	-7,27E-07	-2,21E-04	-1,66E-04	-1,10E-05	2,94E-06
79	ovojnica-MSU	Combination	-2,18E-06	-8,35E-06	-3,96E-04	-8,60E-05	7,30E-05	1,50E-05
80	ovojnica-MSU	Combination	-4,77E-06	1,10E-05	-4,07E-04	-3,67E-04	1,66E-04	1,70E-05
81	ovojnica-MSU	Combination	-2,55E-06	3,80E-05	-1,42E-03	-5,49E-04	3,94E-04	1,20E-05
82	ovojnica-MSU	Combination	2,35E-07	-1,20E-05	-1,61E-03	3,15E-04	4,33E-04	-8,90E-06
83	ovojnica-MSU	Combination	9,42E-06	-1,50E-05	-2,59E-04	7,22E-04	1,81E-04	3,00E-05
84	ovojnica-MSU	Combination	1,90E-05	-2,20E-05	-1,97E-04	-2,04E-04	-4,40E-05	-2,37E-06
86	ovojnica-MSU	Combination	-3,30E-05	1,29E-06	-4,14E-04	-1,23E-03	-3,77E-04	1,08E-04
87	ovojnica-MSU	Combination	-2,17E-06	7,00E-06	-5,04E-03	-2,86E-04	-3,35E-04	8,62E-07
88	ovojnica-MSU	Combination	-2,37E-06	6,11E-06	-4,44E-03	1,18E-03	-2,82E-04	1,28E-07
89	ovojnica-MSU	Combination	-1,68E-06	5,41E-06	-1,94E-03	2,01E-03	-1,53E-04	-6,46E-07
90	ovojnica-MSU	Combination	-1,43E-06	7,58E-06	-2,63E-04	5,09E-04	-5,30E-05	-6,67E-06
91	ovojnica-MSU	Combination	3,98E-07	2,62E-06	-8,20E-05	-3,50E-06	-3,50E-05	-1,18E-06
92	ovojnica-MSU	Combination	1,59E-06	-3,74E-06	-2,92E-04	-5,87E-04	-2,90E-05	2,06E-06
93	ovojnica-MSU	Combination	1,35E-06	-1,32E-06	-2,21E-03	-2,30E-03	-8,10E-05	1,19E-06
94	ovojnica-MSU	Combination	1,55E-08	-1,97E-06	-5,06E-03	-1,32E-03	-1,74E-04	-5,55E-07
95	ovojnica-MSU	Combination	-2,44E-06	-2,84E-06	-5,70E-03	3,76E-04	-2,44E-04	5,17E-06
96	ovojnica-MSU	Combination	-2,78E-06	1,38E-06	-4,23E-03	2,01E-03	-3,56E-04	-3,12E-06
97	ovojnica-MSU	Combination	-4,10E-05	3,99E-06	-4,35E-04	1,39E-03	-3,93E-04	-1,21E-04
99	ovojnica-MSU	Combination	5,80E-05	-1,00E-05	-7,70E-05	1,36E-04	1,68E-04	3,40E-05
100	ovojnica-MSU	Combination	1,10E-05	-2,00E-05	-2,43E-04	-7,52E-04	-1,04E-04	8,50E-05
101	ovojnica-MSU	Combination	-4,11E-06	6,78E-06	-4,79E-03	-2,74E-04	-7,94E-04	-6,14E-07
102	ovojnica-MSU	Combination	-2,38E-06	5,96E-06	-4,21E-03	1,13E-03	-7,53E-04	-1,09E-06
103	ovojnica-MSU	Combination	-1,54E-06	4,45E-06	-1,85E-03	1,87E-03	-2,53E-04	-4,08E-06
104	ovojnica-MSU	Combination	1,40E-05	7,90E-07	-3,25E-04	6,25E-04	9,80E-05	1,80E-05
105	ovojnica-MSU	Combination	6,66E-07	2,32E-06	-9,80E-05	-1,40E-05	8,80E-05	-1,58E-06
106	ovojnica-MSU	Combination	2,00E-05	3,81E-06	-3,80E-04	-7,40E-04	1,47E-04	-2,90E-05
107	ovojnica-MSU	Combination	1,89E-06	-4,03E-09	-2,15E-03	-2,17E-03	-1,79E-04	4,76E-06
108	ovojnica-MSU	Combination	6,04E-07	-1,40E-06	-4,87E-03	-1,27E-03	-6,85E-04	3,64E-06
109	ovojnica-MSU	Combination	-4,34E-06	-2,08E-06	-5,48E-03	3,76E-04	-7,47E-04	-8,28E-07
110	ovojnica-MSU	Combination	-6,47E-06	3,65E-06	-4,02E-03	2,00E-03	-6,01E-04	6,35E-06
111	ovojnica-MSU	Combination	4,74E-06	2,90E-05	-2,58E-04	8,64E-04	-1,03E-04	-9,00E-05
112	ovojnica-MSU	Combination	5,10E-05	1,80E-05	7,30E-05	-1,80E-05	1,85E-04	-3,20E-05
113	ovojnica-MSU	Combination	5,80E-05	5,50E-05	-2,05E-04	2,21E-04	-1,17E-04	3,10E-05
114	ovojnica-MSU	Combination	1,90E-05	4,70E-05	-1,29E-04	-4,56E-04	-2,09E-04	-1,10E-05
115	ovojnica-MSU	Combination	-6,02E-06	-2,50E-05	-1,02E-03	3,75E-04	-6,74E-04	3,00E-05
116	ovojnica-MSU	Combination	5,77E-07	-5,91E-06	-3,38E-04	2,25E-04	-2,05E-04	3,40E-05
117	ovojnica-MSU	Combination	-1,01E-06	2,82E-06	-3,88E-04	8,50E-05	3,00E-05	1,80E-05
118	ovojnica-MSU	Combination	2,04E-06	-1,88E-06	-1,99E-04	1,49E-04	-4,20E-05	-3,10E-05
119	ovojnica-MSU	Combination	-1,76E-06	-2,00E-06	-3,56E-04	-2,10E-05	4,54E-04	-1,20E-05

120	ovojnica-MSU	Combination	-3,12E-06	-4,38E-06	-1,60E-04	-7,60E-05	-2,32E-04	-1,80E-05
121	ovojnica-MSU	Combination	-4,24E-06	-1,00E-05	-2,53E-04	-3,70E-05	-7,90E-04	-9,30E-05
122	ovojnica-MSU	Combination	3,20E-05	1,40E-05	-2,39E-04	-2,51E-04	-8,97E-04	-4,60E-05
123	ovojnica-MSU	Combination	-1,70E-05	4,50E-05	-9,89E-04	-4,21E-04	-1,55E-03	3,10E-05
124	ovojnica-MSU	Combination	-2,10E-05	-2,50E-05	-1,12E-03	2,53E-04	-1,16E-03	7,20E-05
125	ovojnica-MSU	Combination	1,10E-05	-3,60E-05	-1,28E-04	4,84E-04	-2,43E-04	1,80E-05
126	ovojnica-MSU	Combination	5,10E-05	-4,50E-05	-9,90E-05	-1,24E-04	-1,10E-04	-3,40E-05
129	ovojnica-MSU	Combination	-7,96E-06	-7,09E-06	-1,68E-03	3,28E-04	-8,23E-04	-6,92E-06
130	ovojnica-MSU	Combination	-9,34E-07	-6,78E-06	-1,39E-03	9,30E-05	-9,18E-04	-5,62E-07
131	ovojnica-MSU	Combination	-2,58E-06	-4,19E-06	-1,43E-03	-7,60E-05	-9,29E-04	2,61E-07
132	ovojnica-MSU	Combination	-1,84E-06	-2,89E-06	-1,51E-03	-6,70E-05	-9,88E-04	1,01E-06
133	ovojnica-MSU	Combination	-1,06E-06	-2,83E-06	-1,52E-03	6,50E-05	-9,71E-04	1,28E-06
134	ovojnica-MSU	Combination	-1,86E-06	-2,63E-06	-1,35E-03	3,06E-04	-1,10E-03	2,44E-06
135	ovojnica-MSU	Combination	-2,63E-06	1,88E-06	-9,34E-04	3,32E-04	-7,29E-04	-2,33E-06
136	ovojnica-MSU	Combination	3,71E-06	8,89E-06	-8,76E-04	-3,58E-04	-5,55E-04	-4,52E-06
137	ovojnica-MSU	Combination	-3,27E-06	1,50E-05	-1,69E-03	-7,67E-04	-6,78E-04	6,79E-06
142	ovojnica-MSU	Combination	4,63E-06	4,20E-05	-1,59E-04	-6,29E-04	5,38E-04	-1,10E-05
143	ovojnica-MSU	Combination	-2,76E-06	-3,40E-05	-1,15E-03	4,54E-04	9,45E-04	-5,00E-05
144	ovojnica-MSU	Combination	-8,08E-06	-9,38E-06	-3,62E-04	2,65E-04	3,11E-04	-4,20E-05
145	ovojnica-MSU	Combination	-2,46E-06	2,67E-06	-4,05E-04	8,50E-05	1,00E-04	-2,00E-05
146	ovojnica-MSU	Combination	-4,06E-06	-2,89E-06	-2,13E-04	1,56E-04	1,65E-04	2,90E-05
147	ovojnica-MSU	Combination	-3,52E-08	-2,84E-06	-3,43E-04	9,63E-06	-2,89E-04	2,02E-06
148	ovojnica-MSU	Combination	-3,48E-06	-3,53E-06	-1,90E-04	-1,12E-04	1,98E-04	-2,00E-05
149	ovojnica-MSU	Combination	-2,37E-06	-9,01E-06	-3,23E-04	-6,50E-05	2,40E-04	2,50E-05
150	ovojnica-MSU	Combination	-6,52E-06	8,32E-06	-3,50E-04	-3,55E-04	3,48E-04	1,70E-05
151	ovojnica-MSU	Combination	-1,31E-06	3,30E-05	-1,31E-03	-5,63E-04	5,94E-04	-4,42E-06
152	ovojnica-MSU	Combination	1,50E-05	-2,50E-05	-1,57E-03	2,55E-04	5,99E-04	-9,76E-07
153	ovojnica-MSU	Combination	-7,36E-06	-5,30E-05	-1,74E-04	7,40E-04	4,60E-04	3,20E-05
156	ovojnica-MSU	Combination	-6,60E-05	-2,97E-06	-4,69E-04	-1,32E-03	-4,93E-04	1,05E-04
157	ovojnica-MSU	Combination	-3,85E-07	3,39E-06	-5,33E-03	-2,88E-04	-4,99E-04	-2,61E-06
158	ovojnica-MSU	Combination	-4,28E-07	2,87E-06	-4,69E-03	1,25E-03	-4,18E-04	-1,82E-07
159	ovojnica-MSU	Combination	-4,10E-06	2,56E-06	-2,04E-03	2,12E-03	-2,35E-04	8,01E-07
160	ovojnica-MSU	Combination	-8,58E-06	4,52E-06	-2,78E-04	5,33E-04	-9,40E-05	-7,46E-06
161	ovojnica-MSU	Combination	-7,95E-06	-1,45E-06	-9,60E-05	-1,28E-06	-9,20E-05	2,86E-07
162	ovojnica-MSU	Combination	-9,21E-06	-7,02E-06	-2,68E-04	-5,00E-04	-9,70E-05	7,83E-06
163	ovojnica-MSU	Combination	-4,74E-06	-5,26E-06	-1,92E-03	-1,98E-03	-2,36E-04	1,27E-07
164	ovojnica-MSU	Combination	-1,09E-06	-5,44E-06	-4,39E-03	-1,16E-03	-4,06E-04	-1,41E-06
165	ovojnica-MSU	Combination	-1,31E-06	-5,77E-06	-4,98E-03	2,80E-04	-4,73E-04	6,79E-06
166	ovojnica-MSU	Combination	-5,89E-06	-2,06E-06	-3,76E-03	1,71E-03	-5,25E-04	2,91E-06
167	ovojnica-MSU	Combination	-6,50E-05	5,14E-07	-4,42E-04	1,24E-03	-4,59E-04	-1,05E-04
169	ovojnica-MSU	Combination	2,10E-05	-1,70E-05	1,32E-04	-4,20E-05	6,80E-05	2,50E-05
170	ovojnica-MSU	Combination	-2,00E-05	-2,80E-05	-2,44E-04	-8,24E-04	-1,91E-04	7,70E-05
171	ovojnica-MSU	Combination	-2,18E-06	9,71E-07	-5,01E-03	-2,80E-04	-9,69E-04	-4,66E-06
172	ovojnica-MSU	Combination	-4,08E-07	1,61E-06	-4,40E-03	1,18E-03	-9,04E-04	-1,78E-06
173	ovojnica-MSU	Combination	-3,72E-06	1,47E-06	-1,92E-03	1,97E-03	-3,31E-04	-1,68E-06
174	ovojnica-MSU	Combination	7,67E-06	-2,29E-06	-3,24E-04	6,51E-04	6,80E-05	1,90E-05
175	ovojnica-MSU	Combination	-7,28E-06	-1,36E-06	-8,80E-05	3,56E-07	3,80E-05	3,30E-07
176	ovojnica-MSU	Combination	6,45E-06	-5,16E-07	-3,10E-04	-6,08E-04	6,00E-05	-1,70E-05
177	ovojnica-MSU	Combination	-4,30E-06	-4,10E-06	-1,80E-03	-1,83E-03	-3,22E-04	8,37E-07
178	ovojnica-MSU	Combination	-1,10E-06	-4,15E-06	-4,11E-03	-1,10E-03	-8,60E-04	3,47E-06
179	ovojnica-MSU	Combination	-3,04E-06	-3,37E-06	-4,67E-03	2,68E-04	-9,10E-04	9,53E-07
180	ovojnica-MSU	Combination	-8,74E-06	1,83E-06	-3,48E-03	1,69E-03	-7,26E-04	1,20E-05
181	ovojnica-MSU	Combination	-2,00E-05	2,40E-05	-2,32E-04	7,66E-04	-1,74E-04	-7,80E-05
182	ovojnica-MSU	Combination	1,80E-05	1,40E-05	6,20E-05	-1,40E-05	6,50E-05	-2,30E-05
183	ovojnica-MSU	Combination	1,90E-05	2,50E-05	2,50E-05	-4,61E-06	-8,00E-06	8,63E-06
184	ovojnica-MSU	Combination	4,62E-06	1,80E-05	-2,56E-04	-7,56E-04	1,43E-04	-2,00E-05
185	ovojnica-MSU	Combination	-5,37E-06	-3,90E-05	-1,46E-03	5,71E-04	4,80E-05	-8,77E-06
186	ovojnica-MSU	Combination	-4,05E-06	-1,20E-05	-4,13E-04	3,89E-04	5,84E-06	-8,46E-07
187	ovojnica-MSU	Combination	-1,70E-06	8,16E-06	-3,80E-04	8,70E-05	4,30E-05	2,90E-06

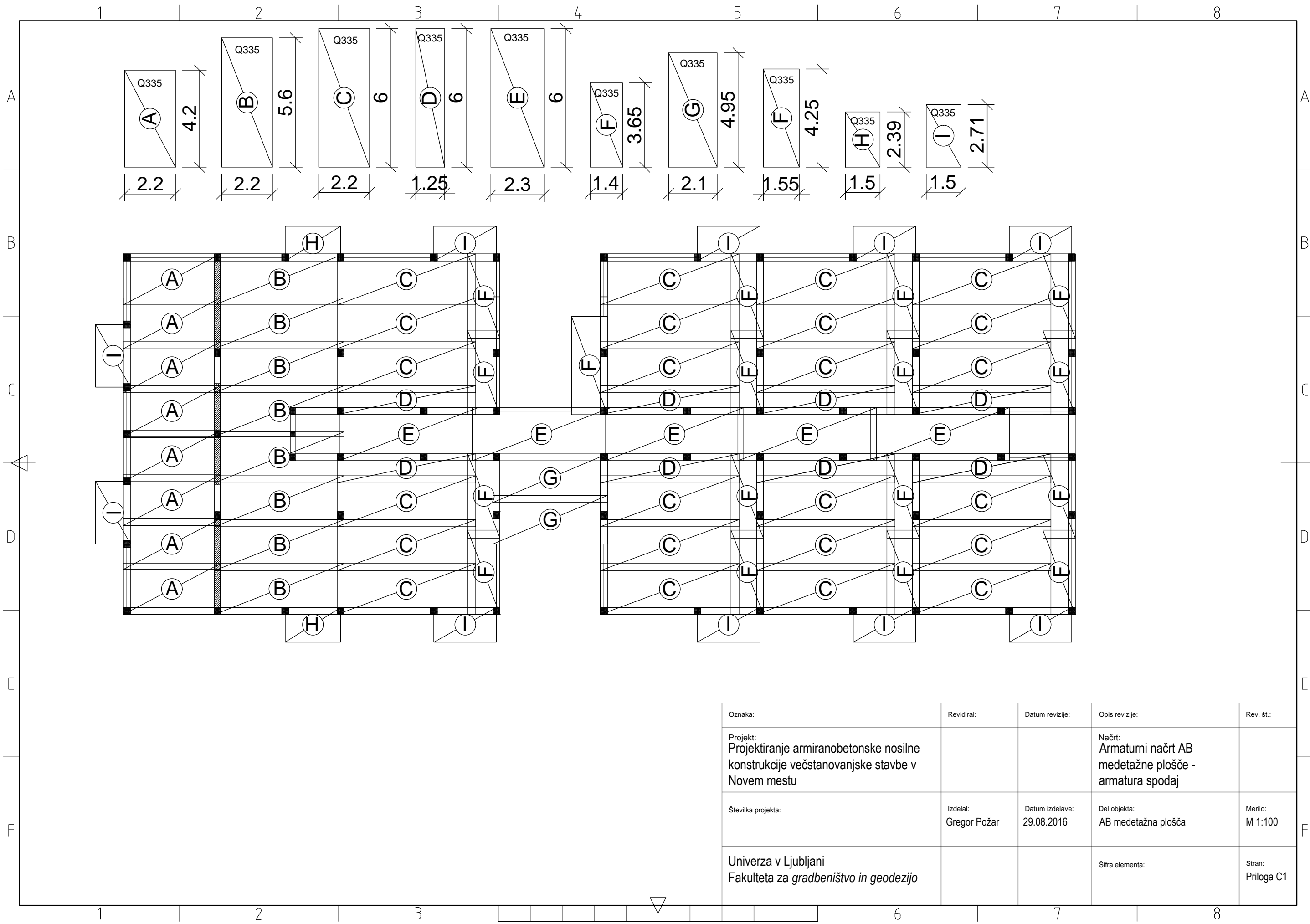
188	ovojnica-MSU	Combination	4,09E-07	8,74E-07	-2,15E-04	1,55E-04	6,70E-05	-2,17E-06
189	ovojnica-MSU	Combination	2,27E-07	-9,85E-07	-2,21E-04	-4,23E-07	9,60E-05	2,87E-07
190	ovojnica-MSU	Combination	8,48E-07	-2,88E-06	-2,15E-04	-1,56E-04	8,50E-05	1,72E-06
191	ovojnica-MSU	Combination	-1,84E-06	-1,00E-05	-3,81E-04	-8,70E-05	1,05E-04	3,30E-06
192	ovojnica-MSU	Combination	-5,43E-06	1,00E-05	-4,14E-04	-3,89E-04	8,40E-05	5,07E-06
193	ovojnica-MSU	Combination	-6,17E-06	3,70E-05	-1,46E-03	-5,68E-04	1,88E-04	1,00E-05
194	ovojnica-MSU	Combination	-5,47E-06	-1,50E-05	-1,66E-03	3,26E-04	2,61E-04	1,75E-06
195	ovojnica-MSU	Combination	3,51E-06	-1,90E-05	-2,59E-04	7,60E-04	1,59E-04	2,30E-05
196	ovojnica-MSU	Combination	1,60E-05	-2,60E-05	-1,70E-05	-3,60E-05	-1,80E-05	-6,31E-06
198	ovojnica-MSU	Combination	-4,90E-05	2,96E-08	-3,99E-04	-1,19E-03	-3,89E-04	9,90E-05
199	ovojnica-MSU	Combination	-1,74E-06	2,34E-06	-4,77E-03	-2,64E-04	-3,96E-04	-1,68E-06
200	ovojnica-MSU	Combination	-9,00E-07	1,30E-06	-4,21E-03	1,11E-03	-3,44E-04	1,73E-07
201	ovojnica-MSU	Combination	-2,29E-06	1,36E-06	-1,85E-03	1,90E-03	-2,04E-04	3,40E-09
202	ovojnica-MSU	Combination	-5,24E-06	3,84E-06	-2,60E-04	4,76E-04	-8,70E-05	-5,86E-06
203	ovojnica-MSU	Combination	-4,24E-06	-4,93E-07	-1,01E-04	1,79E-08	-8,80E-05	1,61E-07
204	ovojnica-MSU	Combination	-5,49E-06	-5,35E-06	-2,72E-04	-5,13E-04	-9,00E-05	6,62E-06
205	ovojnica-MSU	Combination	-2,76E-06	-2,71E-06	-1,98E-03	-2,04E-03	-2,13E-04	9,04E-07
206	ovojnica-MSU	Combination	-1,61E-06	-2,58E-06	-4,51E-03	-1,18E-03	-3,62E-04	-1,54E-06
207	ovojnica-MSU	Combination	-2,76E-06	-3,63E-06	-5,11E-03	3,00E-04	-4,19E-04	6,06E-06
208	ovojnica-MSU	Combination	-5,27E-06	-1,75E-06	-3,84E-03	1,77E-03	-4,68E-04	1,85E-07
209	ovojnica-MSU	Combination	-5,40E-05	-1,29E-06	-4,16E-04	1,28E-03	-4,07E-04	-1,11E-04
211	ovojnica-MSU	Combination	1,80E-05	-1,30E-05	3,40E-05	3,90E-05	7,10E-05	1,90E-05
212	ovojnica-MSU	Combination	-1,30E-05	-2,20E-05	-2,19E-04	-7,34E-04	-1,41E-04	7,00E-05
213	ovojnica-MSU	Combination	-2,67E-06	7,81E-07	-4,50E-03	-2,50E-04	-8,33E-04	-3,24E-06
214	ovojnica-MSU	Combination	-3,53E-07	6,14E-07	-3,95E-03	1,05E-03	-7,98E-04	-2,00E-06
215	ovojnica-MSU	Combination	-1,79E-06	5,80E-07	-1,74E-03	1,76E-03	-2,97E-04	-1,52E-06
216	ovojnica-MSU	Combination	9,55E-06	-2,15E-06	-3,03E-04	5,82E-04	6,20E-05	1,70E-05
217	ovojnica-MSU	Combination	-3,81E-06	-4,64E-07	-9,30E-05	-4,00E-07	3,60E-05	-3,06E-08
218	ovojnica-MSU	Combination	1,00E-05	1,20E-06	-3,18E-04	-6,28E-04	6,70E-05	-1,90E-05
219	ovojnica-MSU	Combination	-2,26E-06	-1,77E-06	-1,86E-03	-1,90E-03	-3,12E-04	1,36E-06
220	ovojnica-MSU	Combination	-1,12E-06	-1,77E-06	-4,24E-03	-1,13E-03	-8,45E-04	3,71E-06
221	ovojnica-MSU	Combination	-3,70E-06	-1,90E-06	-4,82E-03	2,85E-04	-8,86E-04	7,98E-09
222	ovojnica-MSU	Combination	-7,54E-06	1,60E-06	-3,58E-03	1,74E-03	-6,93E-04	1,00E-05
223	ovojnica-MSU	Combination	-1,40E-05	2,20E-05	-2,28E-04	7,92E-04	-1,46E-04	-7,70E-05
224	ovojnica-MSU	Combination	1,80E-05	1,20E-05	1,00E-04	1,10E-05	8,00E-05	-1,90E-05
225	ovojnica-MSU	Combination	1,70E-05	2,40E-05	-3,50E-05	5,40E-05	-2,70E-05	5,99E-06
226	ovojnica-MSU	Combination	5,03E-06	1,70E-05	-2,60E-04	-7,61E-04	1,60E-04	-2,60E-05
227	ovojnica-MSU	Combination	-3,70E-06	-4,00E-05	-1,47E-03	5,76E-04	2,62E-04	-9,58E-06
228	ovojnica-MSU	Combination	-2,98E-06	-1,30E-05	-4,18E-04	3,91E-04	1,31E-04	-6,91E-06
229	ovojnica-MSU	Combination	2,21E-06	8,32E-06	-3,88E-04	8,60E-05	1,56E-04	-6,55E-06
230	ovojnica-MSU	Combination	5,39E-06	9,75E-07	-2,21E-04	1,58E-04	1,13E-04	-1,20E-06
231	ovojnica-MSU	Combination	4,43E-06	-2,91E-07	-2,28E-04	7,20E-07	1,18E-04	-5,90E-08
232	ovojnica-MSU	Combination	4,47E-06	-1,48E-06	-2,21E-04	-1,57E-04	9,40E-05	2,11E-06
233	ovojnica-MSU	Combination	1,41E-06	-8,71E-06	-3,87E-04	-8,60E-05	9,30E-05	8,58E-07
234	ovojnica-MSU	Combination	-3,07E-06	1,20E-05	-4,17E-04	-3,90E-04	5,40E-05	3,27E-06
235	ovojnica-MSU	Combination	-4,79E-06	4,00E-05	-1,47E-03	-5,71E-04	1,27E-04	9,07E-06
236	ovojnica-MSU	Combination	-4,42E-06	-1,30E-05	-1,66E-03	3,29E-04	2,03E-04	4,34E-06
237	ovojnica-MSU	Combination	2,80E-06	-1,70E-05	-2,58E-04	7,66E-04	1,41E-04	2,50E-05
238	ovojnica-MSU	Combination	1,60E-05	-2,50E-05	5,02E-06	-1,60E-05	-2,30E-05	-7,41E-06
240	ovojnica-MSU	Combination	-4,20E-05	-1,50E-05	-3,76E-04	-1,29E-03	-3,49E-04	1,22E-04
241	ovojnica-MSU	Combination	-5,06E-06	-5,82E-06	-5,72E-03	-4,13E-04	-3,51E-04	-5,50E-06
242	ovojnica-MSU	Combination	-2,56E-07	-5,58E-06	-5,14E-03	1,27E-03	-2,87E-04	-3,72E-06
243	ovojnica-MSU	Combination	4,14E-06	-1,94E-06	-2,32E-03	2,34E-03	-1,37E-04	-3,37E-06
244	ovojnica-MSU	Combination	1,66E-06	1,10E-05	-2,77E-04	7,33E-04	-1,37E-04	4,10E-05
246	ovojnica-MSU	Combination	1,58E-06	-1,10E-05	-2,67E-04	-6,88E-04	-1,29E-04	-3,90E-05
247	ovojnica-MSU	Combination	3,59E-06	2,15E-06	-2,18E-03	-2,20E-03	-1,24E-04	3,55E-06
248	ovojnica-MSU	Combination	-1,01E-06	5,67E-06	-4,84E-03	-1,20E-03	-2,61E-04	3,57E-06
249	ovojnica-MSU	Combination	-5,87E-06	5,90E-06	-5,38E-03	3,95E-04	-3,24E-04	6,23E-06
250	ovojnica-MSU	Combination	-8,59E-06	1,10E-05	-3,96E-03	1,92E-03	-3,83E-04	3,00E-06



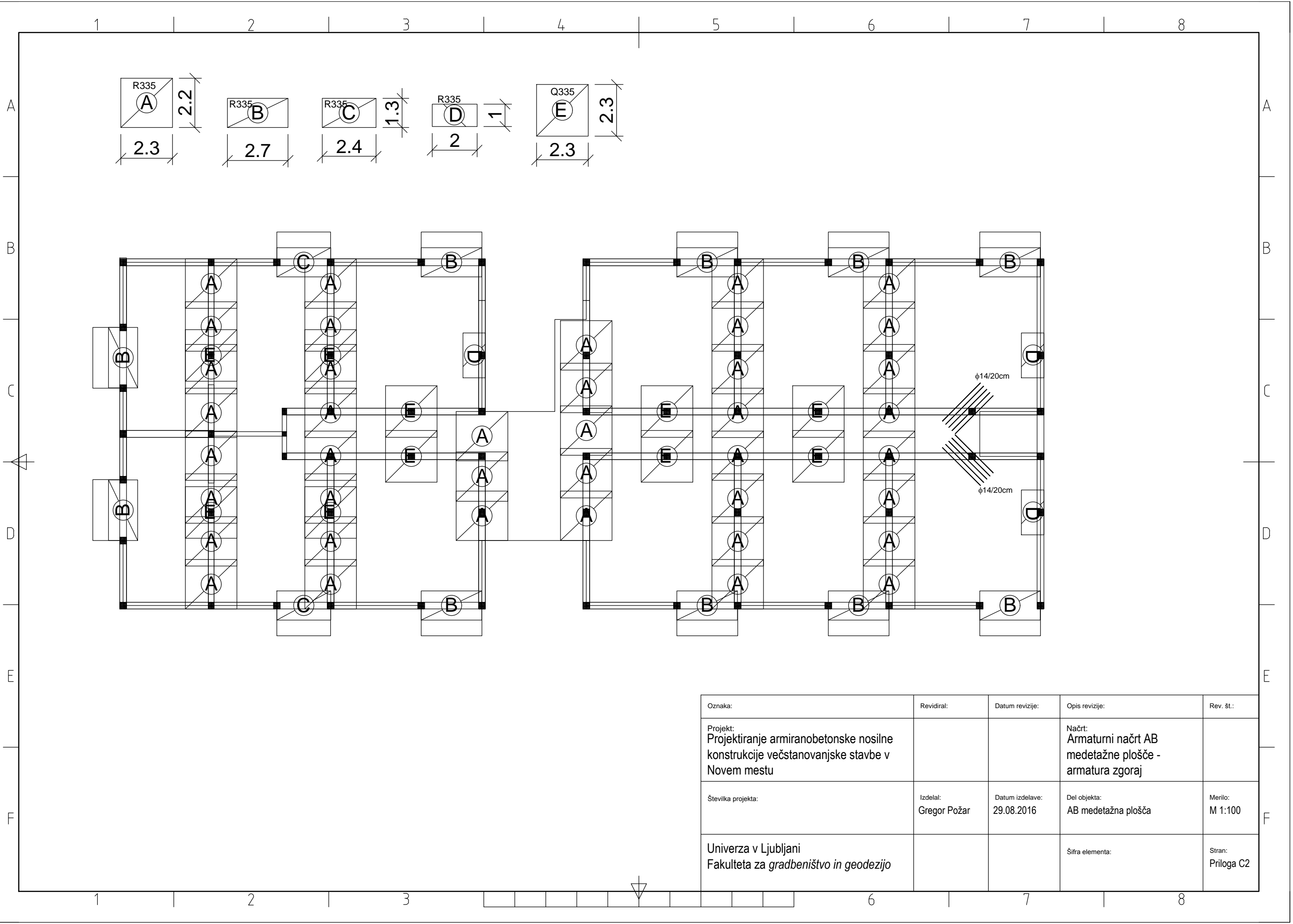




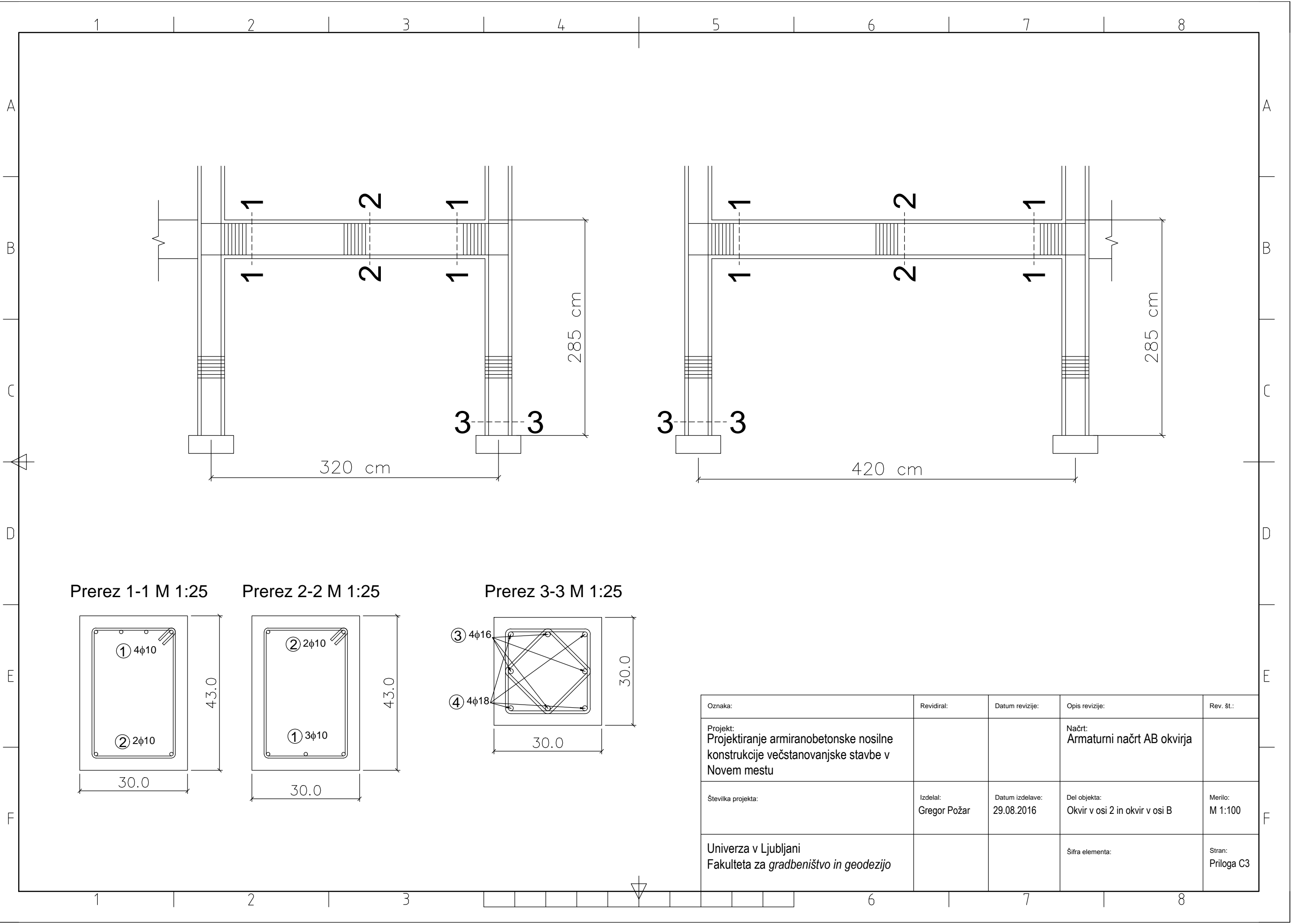




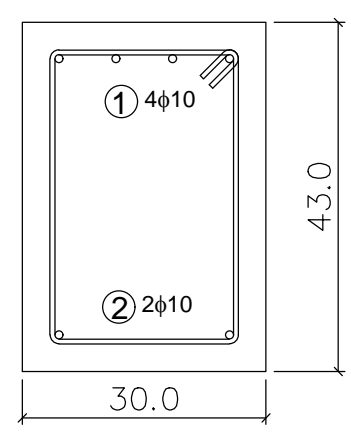
Oznaka:	Revidiral:	Datum revizije:	Opis revizije:	Rev. št.:
Projekt: Projektiranje armiranobetonske nosilne konstrukcije večstanovanjske stavbe v Novem mestu			Načrt: Armaturni načrt AB medetažne plošče - armatura spodaj	
Številka projekta:	Izdelal: Gregor Požar	Datum izdelave: 29.08.2016	Del objekta: AB medetažna plošča	Merilo: M 1:100
Univerza v Ljubljani Fakulteta za <i>gradbeništvo in geodezijo</i>			Šifra elementa:	Stran: Priloga C1



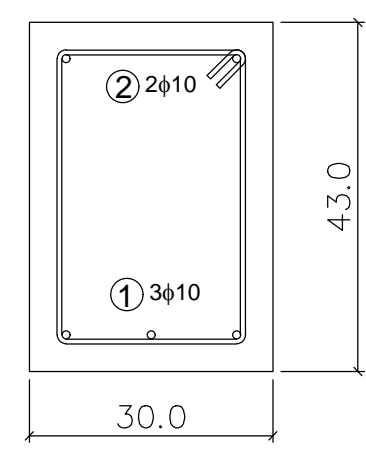
Oznaka:	Revidiral:	Datum revizije:	Opis revizije:	Rev. št.:
Projekt: Projektiranje armiranobetonske nosilne konstrukcije večstanovanjske stavbe v Novem mestu			Načrt: Armaturni načrt AB medetažne plošče - armatura zgoraj	
Številka projekta:	Izdelal: Gregor Požar	Datum izdelave: 29.08.2016	Del objekta: AB medetažna plošča	Merilo: M 1:100
Univerza v Ljubljani Fakulteta za <i>gradbeništvo in geodezijo</i>			Šifra elementa:	Stran: Priloga C2



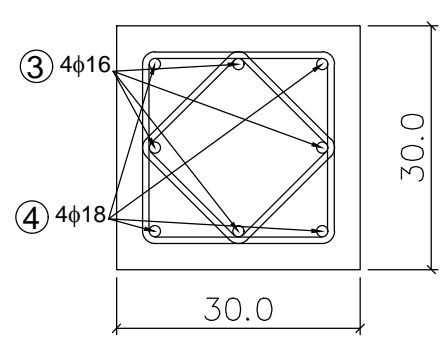
Prerez 1-1 M 1:25



Prerez 2-2 M 1:25



Prerez 3-3 M 1:25



Oznaka:	Revidiral:	Datum revizije:	Opis revizije:	Rev. št.:
Projekt: Projektiranje armiranobetonske nosilne konstrukcije večstanovanjske stavbe v Novem mestu			Načrt: Armaturni načrt AB okvirja	
Številka projekta:	Izdelal: Gregor Požar	Datum izdelave: 29.08.2016	Del objekta: Okvir v osi 2 in okvir v osi B	Merilo: M 1:100
Univerza v Ljubljani Fakulteta za <i>gradbeništvo in geodezijo</i>			Šifra elementa:	Stran: Priloga C3