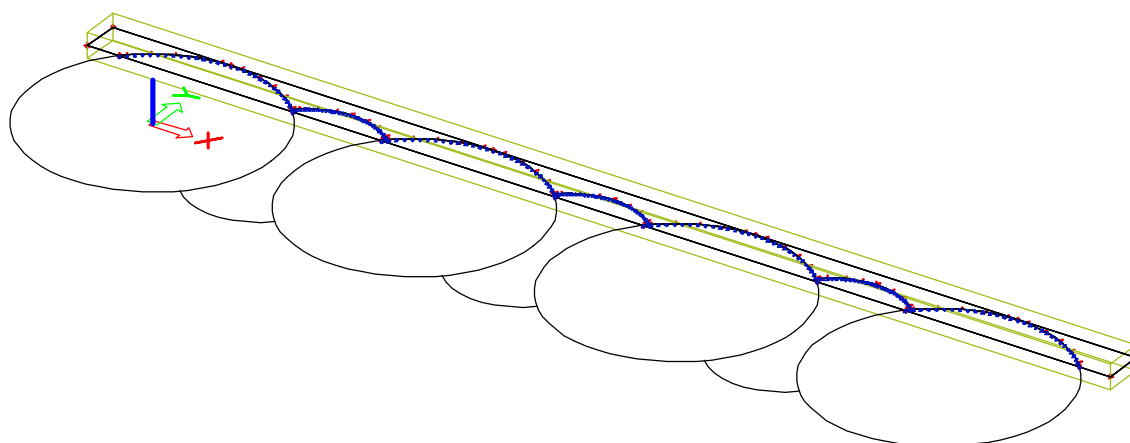


STATIČNA ANALIZA POMOLA

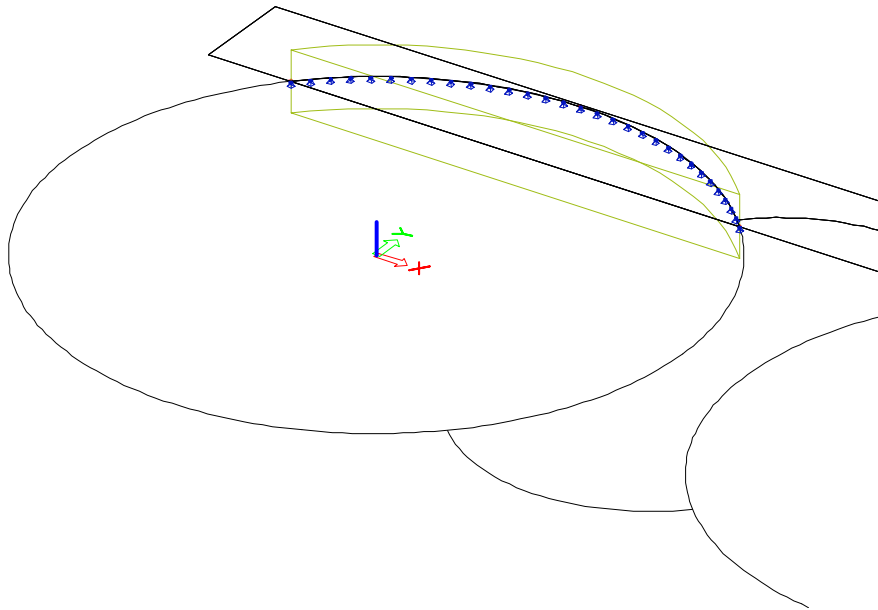
Za potrebo sanacije obstoječih pomolov v luki Koper je izdelana preverba nosilnosti robnih nosilcev na pomolu za začasno stanje med sanacijo in končno stanje po sanaciji. Začasno stanje bo v času med izvajanjem rekonstrukcije zgornje in stranske zunanje stranice nosilca. Ti so v zelo slabem stanju zaradi vremenskih vplivov in stika z morjem. Pomoli so narejeni iz sistema zagatnic, ki so vgrajeni tlorisno v krogih s premerom cca 20 m. Prostor med temi krogi je prav tako ograjen z zagatnicami postavljenimi v loku, prostor v krogih ter med krogi in loki pa je zapolnjen s kamnitim materialom. Tako izvedeno telo pomola je po zunanji strani poravnano z omenjenimi nosilci prereza B/H = 3,20/2,0 m, preostala površina pa je prav tako pokrita s ploščami in asfaltom. Na notranjem delu nosilca poteka vzdolžna kineta, ki nosilec vzdolžno razdeli celoto na dva celovita kompaktna nosilca. Predvideva se, da se je notranji zasip posedel tako, da nosilec sloni samo na zagatnicah. V času sanacije nosilce bodo obremenjeni samo z lastno težo. Z analizami v nadaljevanju smo ugotavljali ali imajo nosilci zadosti samonosilnosti v času ko bo zgornji del posnet (cca 10 cm) in učinkovitost zgornje armature omejena. Prikazali smo notranje glavne napetosti zaradi lastne teže, potrebno armaturo zaradi lastne teže na celotnem nosilcu, ter na segmentu znotraj posameznega kroga, če bi se statični sistem nosilca spremenil zaradi premajhne armature v zgornjem delu iz kontinuiranega sistema v prostoležeči sistem. V izračunih smo upoštevali MB 30 in gladko armaturo S240/360

ZAČASNO STANJE

Statični model nosilca (segment) s sistemom podpiranja na zagatnice:



Statični model segmenta nosilca:

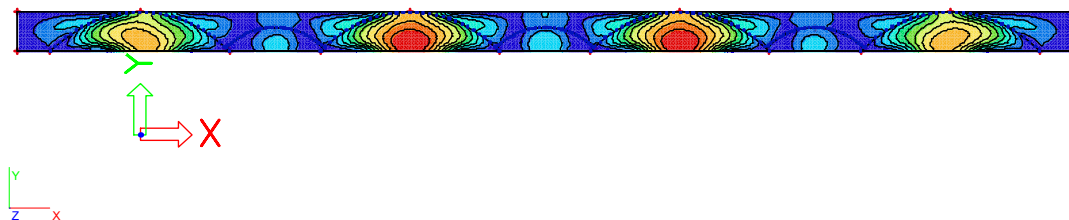


Prikaz glavnih napetosti na zgornjem robu (+ = nateg) za lastno težo:

d= 197 cm



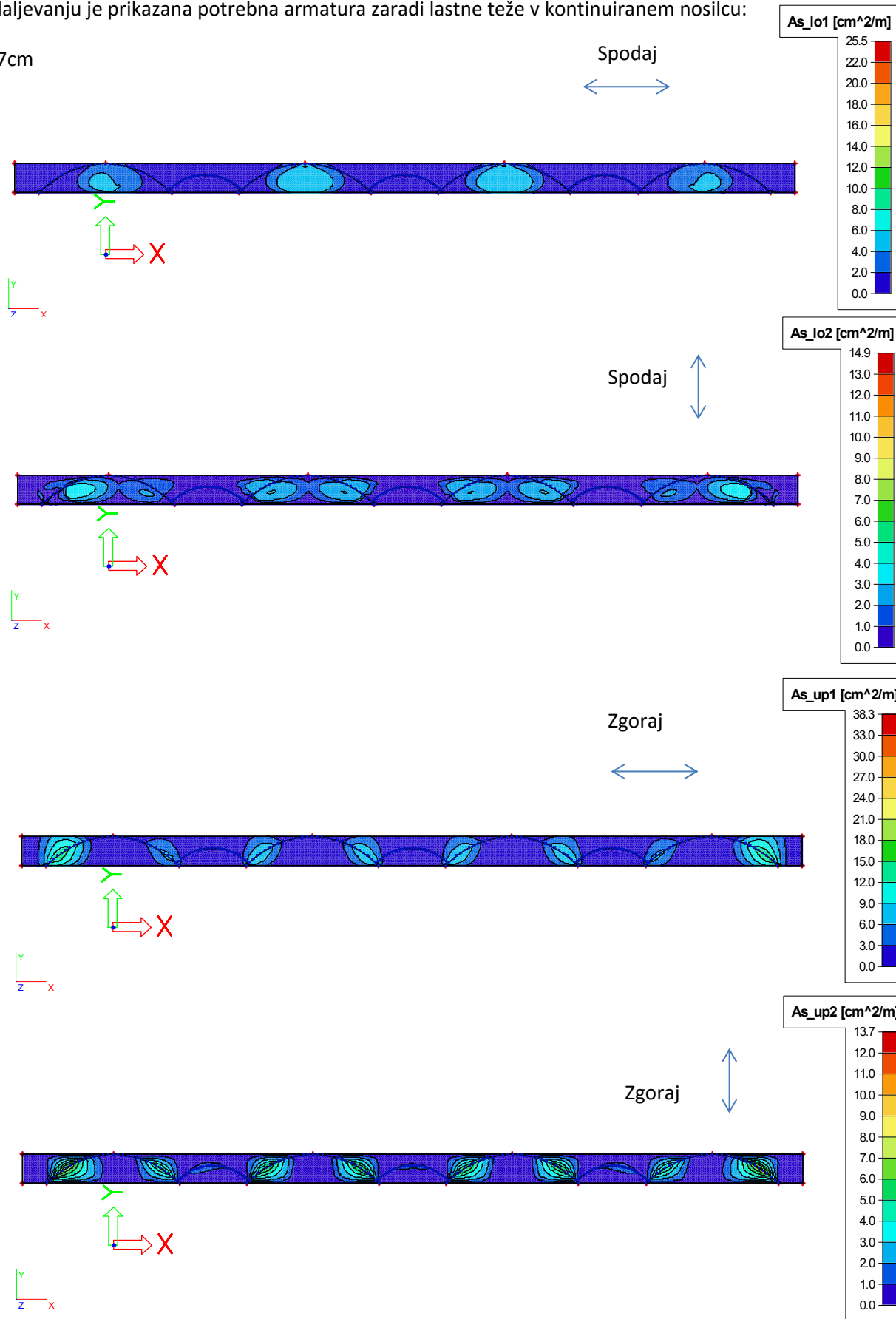
Prikaz glavnih napetosti na spodnjem robu (+ = nateg) za lastno težo:



Komentar: Ugotovimo, da so glavne napetosti na spodnjem in zgornjem robu manjše od 1/10 natezne trdnosti kar pomeni, da je to obremenitev lahko prenese prerez brez armature.

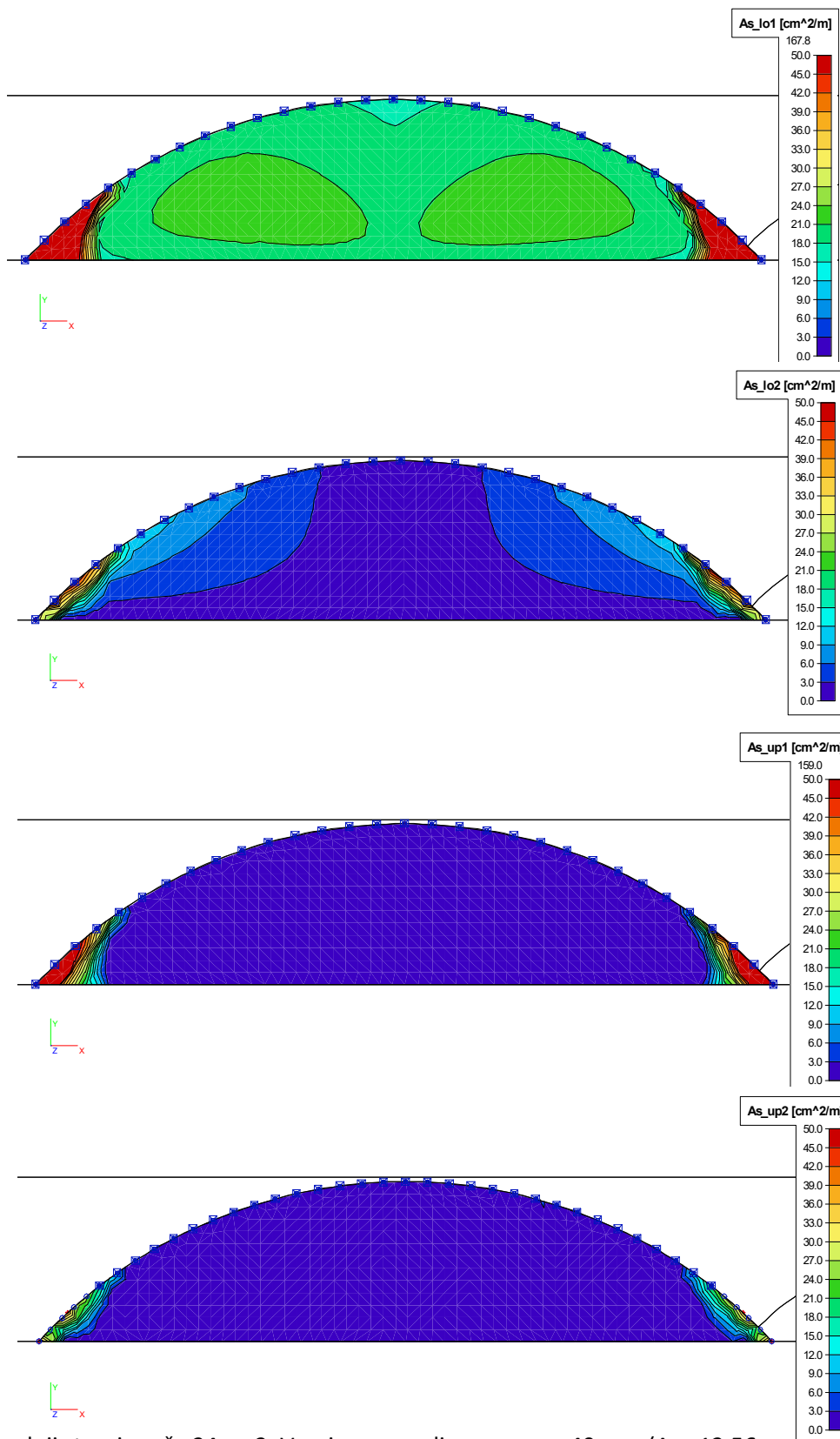
V nadaljevanju je prikazana potrebna armatura zaradi lastne teže v kontinuiranem nosilcu:

d=207cm



Statično potrebna armatura na segmentu znotraj kroga (rob je vrtljivo podprt):

d=197cm, plošča



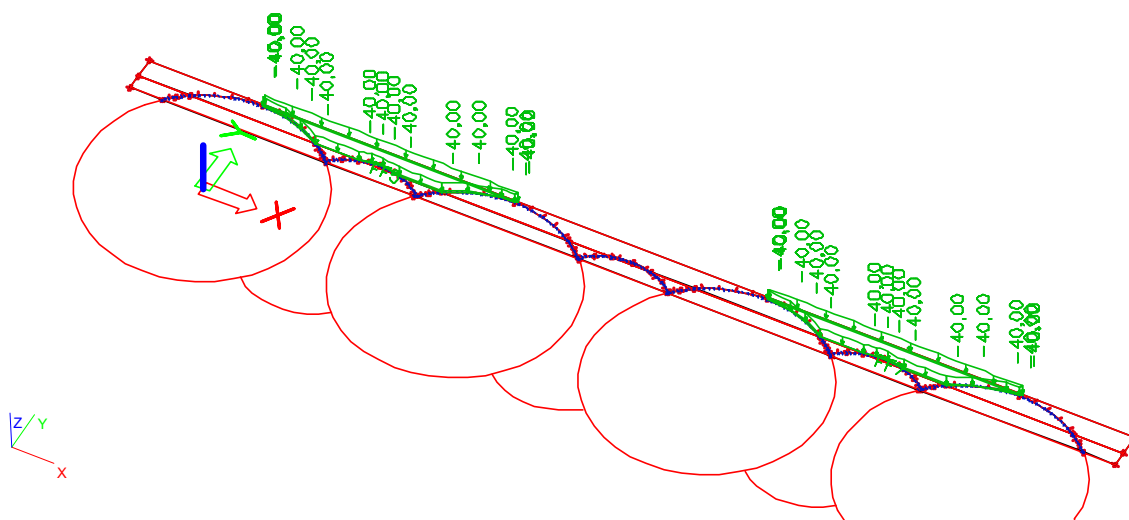
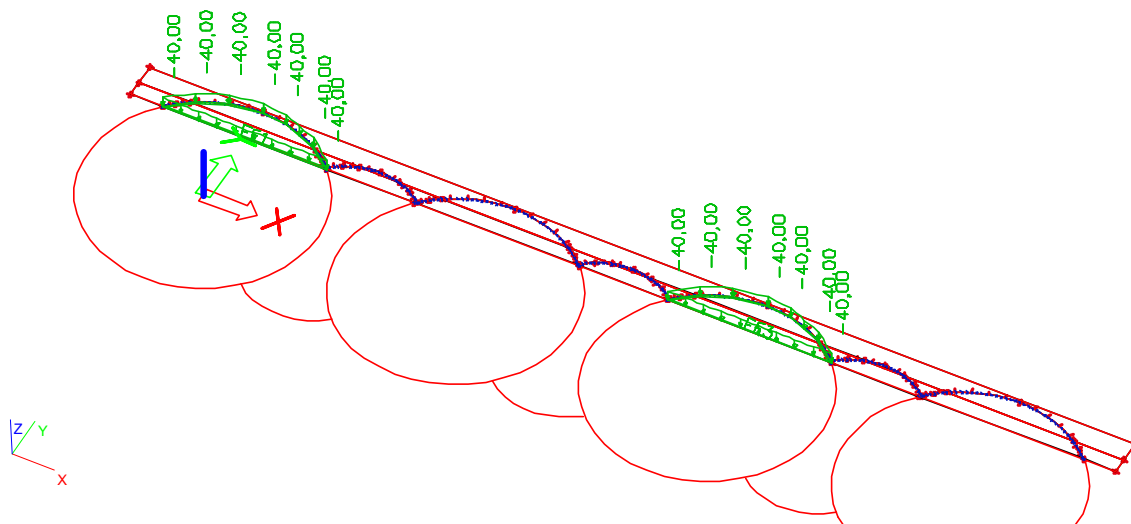
Zaključek:

Potrebna armatura na spodnji strani znaša 24 cm². Vgrajene so palice premera 40 mm (As= 12.56 cm²), tako da za prevzem nateznih napetosti zadoščajo 6 palic na spodnji stranici. Dejansko pa jih je vgrajenih 19 kom.

KONČNO STANJE

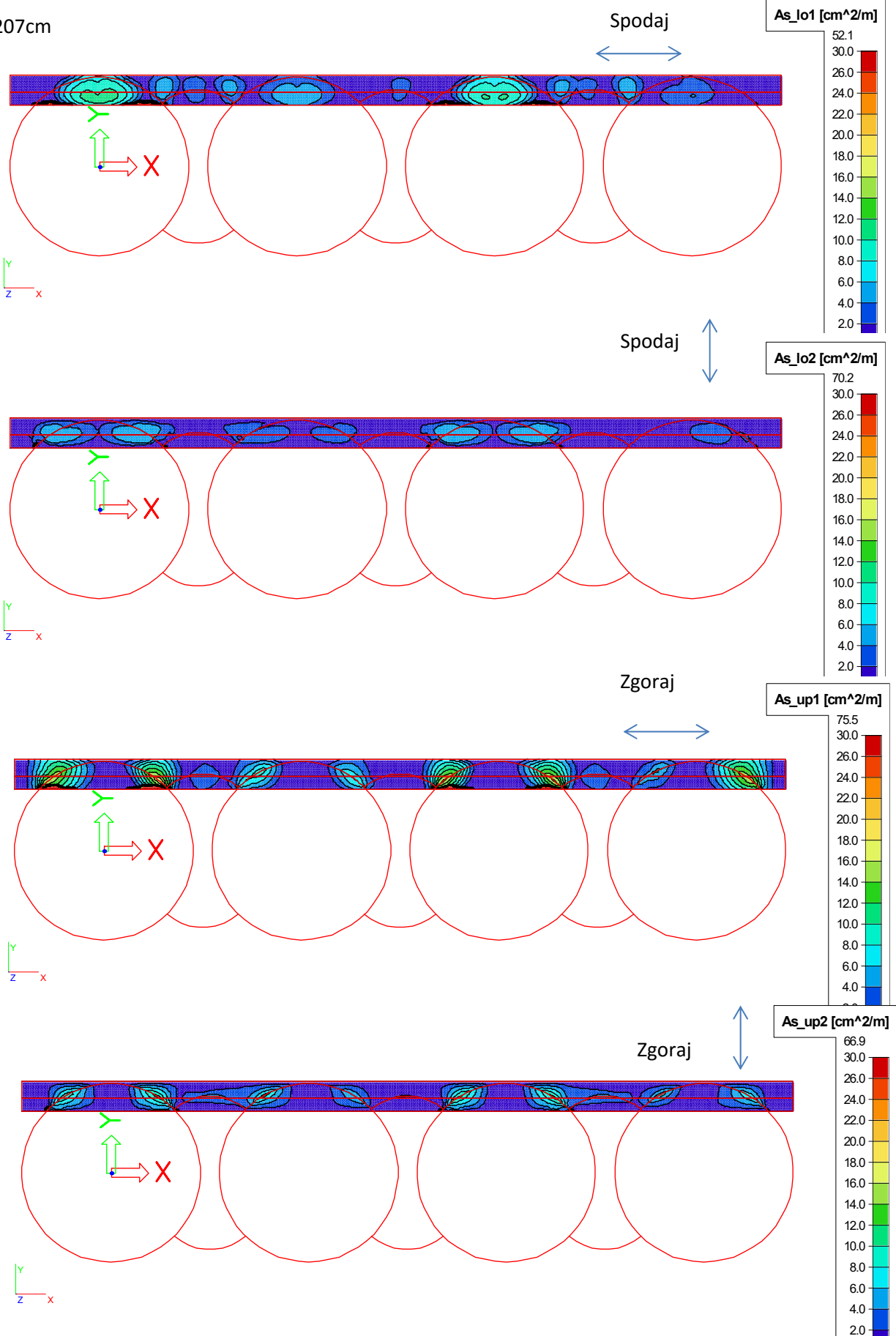
Za končno stanje smo uporabili enak model, le da smo ga obremenili poleg lastne teže še s koristno obtežbo v velikosti 40 kN/m². Za stalne teže smo uporabili faktor 1,35, ta koristno pa 1,50. Izveden je nelinearni račun z upoštevanjem samo pozitivnih reakcij v podporah.

Model smo obremenili na dva ekstremna načina. Eden nam da največjo obremenitev na notranji strani nosilca drugi pa na zunanji:



V nadaljevanju je prikazana potrebna armatura zaradi kombinacije MSN v kontinuiranem nosilcu:

d=207cm

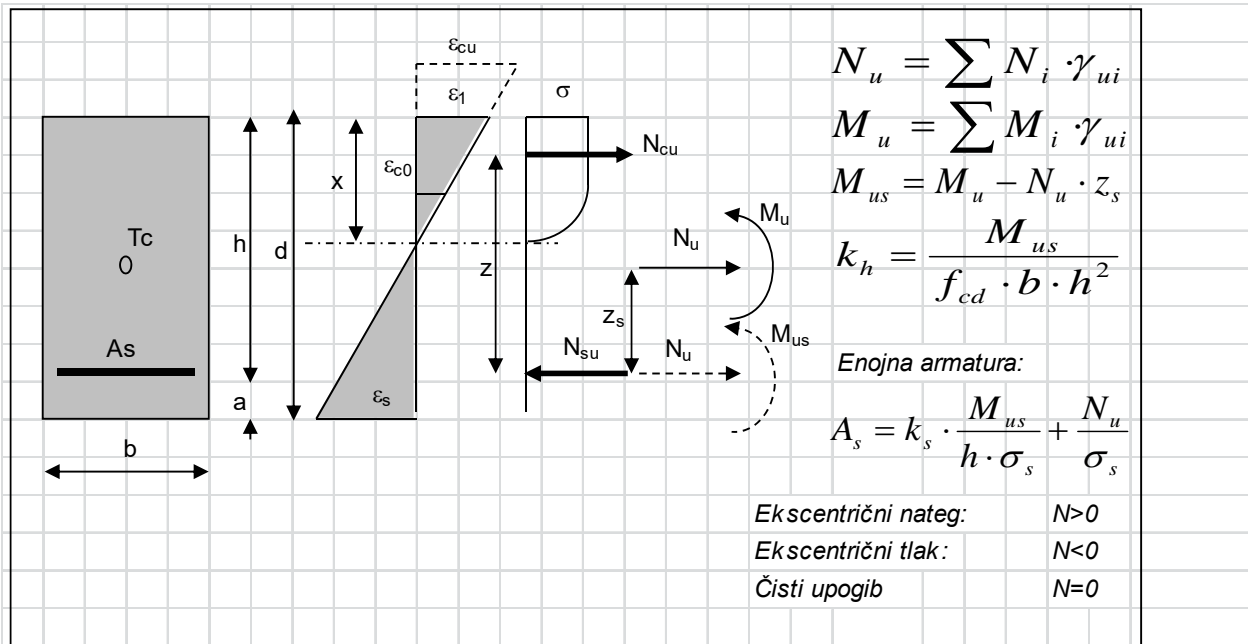


Zaključek: Vzdolžne armature veliko več kot je potrebno. Razlog je v zelo konzervativnem izračunu (statika iz leta 1968), ki je upošteval tudi obremenitev z žerjavom. Tega po sanaciji ne bo, zato je upoštevana samo enakomerna obtežba v velikosti 40 kN/m^2 (4t/m^2). Prečna armatura bo na zgornji strani prekinjena in nadomeščena z novo armaturo na območju kinete. Izračun te armature je prikazan v nadaljevanju. Obstoječa armatura v prečni smeri znaša $20,27 \text{ cm}^2/\text{m}'$ (glatka a. fi 20/15,50) in je sestavljena iz 4 stremen. Po naših izračunih zadošča 12 cm enakovredne armature, dejansko pa se bo vgrajevala armatura B500(B), ki ima $> 2x$ višjo trdnost.

STATIČNA ANALIZA KINETE

Vzporedno z robom pomola poteka kineta širine 80 cm. Zaradi sanacije zgornjega sloja bo potrebno porušiti zgornjo ploščo nad kineto in jo nadomestiti z novo. Nova plošča bo delno montažna delno pa ulita. Ulita bo imela debelino 33 cm, montažna pa 25 cm. Predvidena je obremenitev plošče z vozili s točkovno intenziteto 400 kN.

Plošča 33 cm:



MB	30	f _{ck} =			
RA/MAG	MAG	f _y = 43	h=	0,0	m
			γ=	0	kN/m ³
b =	1,00 m		k _m =	0	
h =	0,33 m		p=	0,0	kN/m ²
a =	0,04 m		P=	0,0	kN
ht =	0,29 m		M=	0,0	kNm
M _u =	100,0 kNm				
N _u =	0,0 kN		L=	1,0	m
			p=	0,0	kN/m ²
M _{us} =	150,0 kNm	γ = 1,50	P=	400,0	kN
			M=	100,0	kNm
k _h =	0,087				
10‰ / 5‰					
---> k _a =	1,058 (10‰)				
As =	12,72 cm ²	izberem φ	14 /	10,0	
Asdej =	15,39 cm ² /b	+	0 /	20	

Armatura proti preboju na plošči d=33 cm:

Dimenzioniranje na preboj (EN 1992-1-1)										
<i>(notranji pravokotni steber - dvojna ekscentričnost)</i>										
$b_s =$	20,0	cm	dimenzija stebra v x-smeri plošče							
$h_s =$	40,0	cm	dimenzija stebra v y-smeri plošče							
$h =$	33,0	cm	debelina plošče		$dx =$	28,3				
$a =$	4,0	cm			$dy =$	27				
$V_{Ed} =$	600	kN								
$u_1 =$	467,46	cm	predpostavljena negativna armatura:							
$\beta =$	1,15		(-> sredinski stebri z eksc.)		$As_1 =$	14/10	(f_i/cm)=	15,39	cm ²	
$v_{Ed} =$	0,534	MPa			$As_2 =$	12/20	(f_i/cm)=	5,65	cm ²	
					$\rho_{1x} =$	0,29%	%			
					$\rho_{1y} =$	0,10%	%			
$k =$	1,85		$1,85 \leq 2$							
$d =$	27,65	cm								
$\rho_1 =$	0,17%		$\leq 2\%$							
$C_{Rd,c} =$	0,12									
$v_{min} =$	0,48									
$k_1 =$	0,10									
$V_{Rd,C} =$	0,384	MPa	<	$v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}$	<	$v_{Ed} =$	0,534	MPa	-> POTREBNA je armatura proti preboju	
$V_{Rd,max} =$	5,280	MPa			>	$v_{Ed} =$	0,534	MPa	-> v redu	
$v_{Ed,0} =$	2,080	MPa	<	$V_{Rd,max}$	-> v redu					
$f_{ck} =$	30,00	MPa	-> plošča!						dolžina	
$\sigma_{cp} =$	0,00	MPa	$\sigma_{cx} =$	0,00	kN/cm ²	$N_{ed,x} =$	0,0	kN/m'	6,8 m	
			$\sigma_{cy} =$	0,00	kN/cm ²	$N_{ed,y} =$	0,0	kN/m'	4,0 m	
Izračun potrebne strižne armature proti preboju:										
$f_{yk} =$	500,00	MPa								
$f_{y,wd} =$	434,8	MPa	-> strižna arm.							
$f_{y,wd,ef} =$	319,1	MPa	$\leq f_{y,wd}$	-> OK						
$s_r =$	20,00	cm	\leq	20,74	cm					
$s_{t,robna} =$	20,00	cm	\leq	55,30	cm	->	$s_{t,u1} =$	24,02	cm	
$\alpha =$	90,00	°		1,57						
$A_{sw} =$	4,80	cm ²	-> potrebna strižna arm v enem krogu.					480,14	mm ²	
$A_{sw/u} =$	1,03	cm ² /m								
$A_{sw-min} =$	6,28	cm ²								
Kontrolni obseg, kjer strižna armatura ni več potrebna										
$u_{out,ef} =$	649,9	cm								

Izberem dvojno streme po širini, fi20 širine 20cm, vzdolžno postavljeni v rastru na 20 cm.

Plošča 25 cm:

$$N_u = \sum N_i \cdot \gamma_{ui}$$

$$M_u = \sum M_i \cdot \gamma_{ui}$$

$$M_{us} = M_u - N_u \cdot z_s$$

$$k_h = \frac{M_{us}}{f_{cd} \cdot b \cdot h^2}$$

Enojna armatura:

$$A_s = k_s \cdot \frac{M_{us}}{h \cdot \sigma_s} + \frac{N_u}{\sigma_s}$$

Ekscentrični nateg: $N > 0$
Ekscentrični tlak: $N < 0$
Čisti upogib: $N = 0$

MB	30	fck=			
RA/MAG	MAG	fy= 43		h= 0,0 m	
				γ= 0 kN/m3	
b =	1,00 m			km= 0	
h =	0,25 m			p= 0,0 kN/m2	
a =	0,04 m			P= 0,0 kN	
ht =	0,21 m			M= 0,0 kNm	
M _u =	100,0 kNm				
N _u =	0,0 kN			L= 1,0 m	
				p= 0,0 kN/m2	
M _{us} =	150,0 kNm	γ = 1,50		P= 400,0 kN	
				M= 100,0 kNm	
k _h =	0,166				
10‰ / 5‰					
---> ka =	1,106 (10‰)				
As =	18,37 cm ²	izberem φr	16 / 10,0		
Asdej =	20,11 cm ² /b	+	0 / 20		

Armatura proti preboju na plošči d=25 cm:

Dimenzioniranje na preboj (EN 1992-1-1)										
<i>(notranji pravokotni steber - dvojna ekscentričnost)</i>										
b _s =	20,0	cm	dimenzija stebra v x-smeri plošče							
h _s =	40,0	cm	dimenzija stebra v y-smeri plošče							
h=	25,0	cm	debelina plošče		dx=	20,3				
a=	4,0	cm			dy=	19				
V _{Ed} =	600	kN								
u ₁ =	366,93	cm			predpostavljena negativna armatura:					
β=	1,15		(->sredinski stebri z eksc.)		As1	14/10	(fi/cm)=	15,39	cm ²	
v _{Ed} =	0,957	MPa			As2	12/20	(fi/cm)=	5,65	cm ²	
					ρ _{1x}	0,53%	%			
k=	2,00		2,01 ≤ 2		ρ _{1y}	0,19%	%			
d=	19,65	cm								
ρ ₁ =	0,32%		≤ 2%							
C _{Rd,c} =	0,12									
v _{min} =	0,54									
k ₁ =	0,10									
V _{Rd,C} =	0,511	MPa	<	v _{min} + k ₁ σ _{cp}	<	V _{Ed} =	0,957	MPa	-> POTREBNA je armatura proti preboju	
V _{Rd,max} =	5,280	MPa	>	V _{Ed} =	0,957	MPa			-> v redu	
V _{Ed,0} =	2,926	MPa	<	V _{Rd,max}	-> v redu					
f _{ck} =	30,00	MPa	-> plošča!						dolžina	
σ _{cp} =	0,00	MPa	σ _{cx} =	0,00	kN/cm ²	N _{ed,x} =	0,0	kN/m'	6,8	m
			σ _{cy} =	0,00	kN/cm ²	N _{ed,y} =	0,0	kN/m'	4,0	m
Izračun potrebne strižne armature proti preboju:										
f _{yk} =	500,00	MPa								
f _{ywd} =	434,8	MPa	-> strižna arm.							
f _{ywd,ef} =	299,1	MPa	≤ f _{ywd}	-> OK						
s _r =	14,00	cm	≤	14,74	cm					
s _{t,robna} =	20,00	cm	≤	39,30	cm	->	s _{t,u1} =	14,61	cm	
α=	90,00	°	1,57							
A _{sw} =	6,57	cm ²	-> potrebna strižna arm v enem krogu.					656,98	mm ²	
A _{sw/u} =	1,79	cm ² /m								
A _{sw-min} =	2,67	cm ²								
Kontrolni obseg, kjer strižna armatura ni več potrebna										
U _{out, ef} =	687,4	cm								

Izberem trojno streme po širini, fi8 širine 15cm, vzdolžno postavljeni v rastru na 15 cm.

