

TRAJNOST KONSTRUKCIJA 2

UDAR U STUP NADVOŽNJAKA

8.1

Izvanredna proračunska situacija - udar vozila u stup nadvožnjaka

8.1.1

Statički sustav, poprečni presjeci, materijali

8.1.2

Izvanredna proračunska situacija

8.1.3

Pojedinačna djelovanja za izvanrednu kombinaciju

8.1.4

Unutarnje sile u srednjem stupu od pojedinačnih djelovanja

8.1.5

Proračunske vrijednosti unutarnjih sila

8.1.6

Dimenzioniranje stupa na uzdužnu silu i moment savijanja

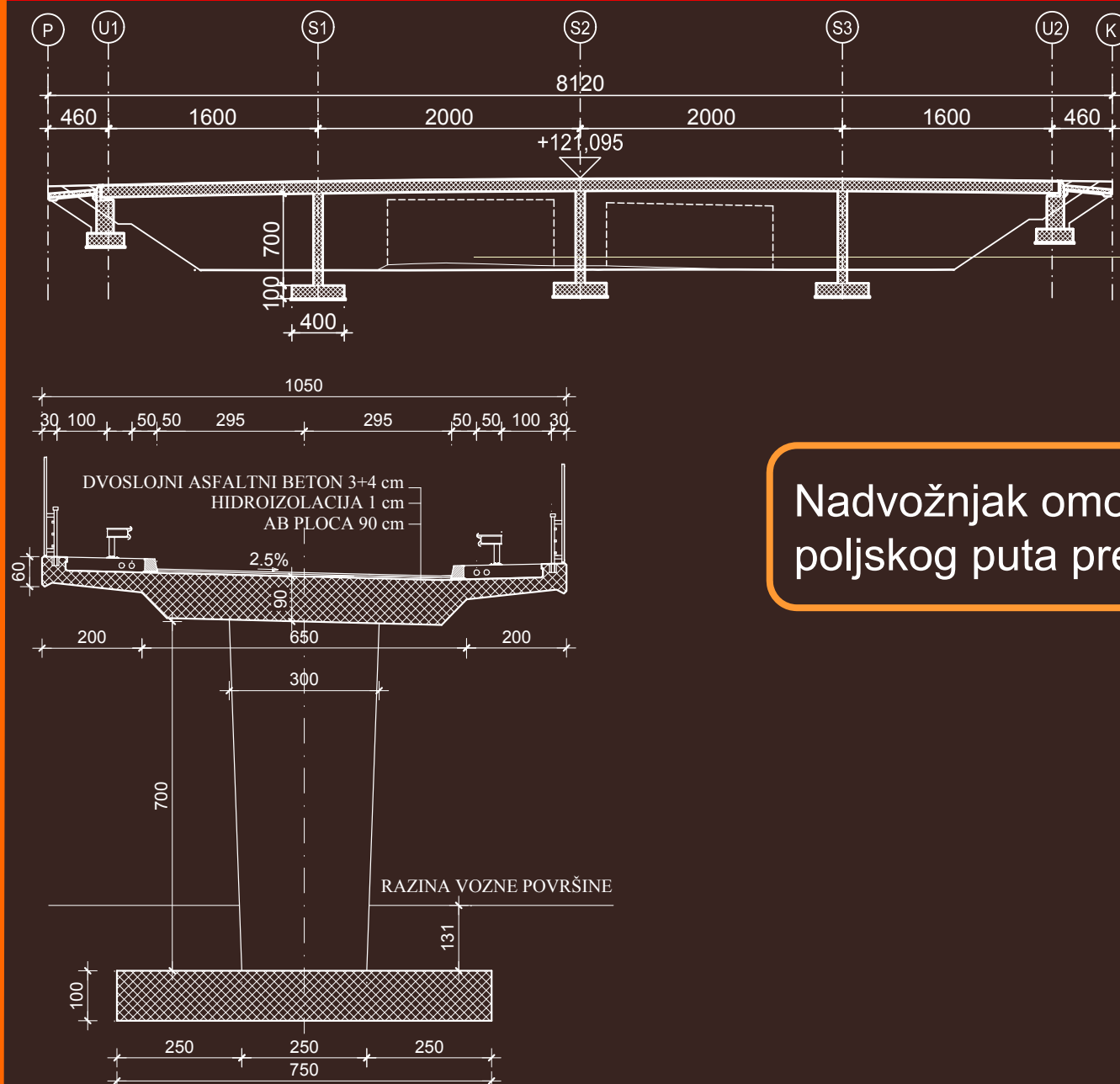
8.1.7

Dimenzioniranje stupa na poprečne sile

8.1.8

Armatura stupa

Opis konstrukcije mosta



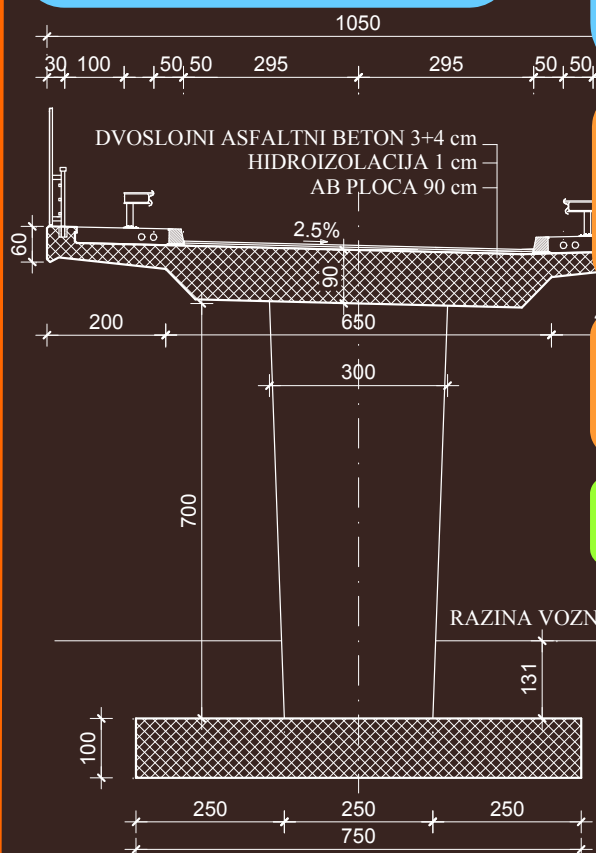
Nadvožnjak omogućava prijelaz poljskog puta preko autoceste.

Položaj konstrukcije i djelovanje okoliša

Zbog utjecaja okoliša na građevinu svim plohama betonske konstrukcije dodjeljuju se razredi agresivnog djelovanja okoliša. Ovdje izdvajamo plohe stupova koje u ovom primjeru dimenzioniramo.

Plohe betona izložene su djelovanju kiše i leda.

razredi izloženosti **XF1** (korozija uzrokovana smrzavanjem i odmrzavanjem – umjerena zasićenost vodom bez soli za odmrzavanje) i **XC4** (korozija uzrokovana karbonatizacijom – naizmjenice mokro/suho).



djelovanje soli za odmrzavanje → prolaskom vozila diže se vodeni oblak zasićen solju za odmrzavanje koja može djelovati na plohe stupova.

razred izloženosti **XD3** (korozija uzrokovana kloridima koji nisu iz mora – izmjenično vlažna i suha)

plohe stupova (kao i temelji koji su u dodiru s tlom)

mogu biti izloženi kamijskom djelovanju lagano kemijski agresivnog okoliša **XA1** te je moguća korozija armature uzrokovana karbonatizacijom – vlažno rijetko suho **XC2**

Položaj konstrukcije i djelovanje okoliša

Najmanja debljina zaštitnog sloja:

Slobodne površine stupova:

BK•P : tab. 6.2

$$c_{\min} = 40 \text{ mm}$$

Površine u dodiru s tlom:

$$c_{\min} = 50 \text{ mm}$$

Za razred agresivnog djelovanja okoliša (korozijska) XD3

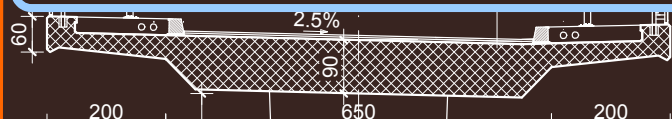
BK•P : tab. 6.1

$$c_{\min} = 40 \text{ mm}$$

Siguran prijenos sila:

BK•P : str. 670

$$c_{\min} = d_{s,\max} = 20 \text{ mm}$$



Nazivna veličina zaštitnog sloja:

Slobodne površine stupova:

$$\begin{aligned} c_{\text{nom}} &= c_{\min} + \Delta c \\ &= 40 + 5 = 45 \text{ mm} \end{aligned}$$

Površine u dodiru s tlom:

$$\begin{aligned} c_{\text{nom}} &= c_{\min} + \Delta c \\ &= 50 + 5 = 55 \text{ mm} \end{aligned}$$



Beton

Najmanji potrebni razred tlačne čvrstoće betona za XD3

BK•P :

tab. 8.7, 5.4, 5.5

C35/45

Karakteristična tlačna čvrstoća betonskog valjka starog 28 dana: $f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$

Srednja osna vlačna čvrstoća betona (centrični vlak): $f_{ctm} = 3,2 \text{ N/mm}^2$

Sekantni modul elastičnosti: $E_{cm} = 33500 \text{ N/mm}^2$

Čelik za armiranje

šipka nHRN EN 10080-3-B500B – 20 x 12000, ili
šipka nHRN EN 10080-3-1.0439 – 20 x 12000

Karakteristična granica popuštanja: $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

Karakteristična vlačna čvrstoća: $f_{tk} = 550 \text{ N/mm}^2$

Razred duktilnosti: visoka duktilnost (H)

Modul elastičnosti: $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

Izvanredna proračunska situacija

GSN stalna/prolazna situacija
 izvanredna situacija
 seizmička situacija

GSU

mogućnosti udara vozila koje se kreće autocestom u stup nadvožnjaka u razdjelnom pojasu

mjerodavna kombinacija djelovanja

$$S_d = S_d \left[\sum_j (\gamma_{G,j} \cdot G_{k,j}) + \psi_{11} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}) + A_d + \gamma_p \cdot P_k \right]$$

- Pojedinačno izvanredno djelovanje ne kombinira ni s drugim izvanrednim djelovanjem ni s vjetrom ni sa snijegom.
- Udari uslijed prometa ispod mosta kombiniraju se s čestim prometnim opterećenjem na mostu kao pratećim djelovanjem.

$$S_d = 1,0 \cdot G_{k1} + 1,0 \cdot G_{k2} + 1,0 \cdot G_{k,s+p} + 0,75 \cdot Q_{k1,osov} + 0,4 \cdot Q_{k1,kont} + 0,5 \cdot Q_{k2,temp} + A_d$$

parc. koeficijenti sigurnosti_

koeficijenti nazovistalne vrijednosti ψ_{2-}

koeficijenti česte vrijednosti ψ_{1-}

proračunska vrijednost udara vozila_

Vlastita težina G_{k1} i dodatno stalno opterećenje G_{k2}

Pločasti rasponski sklop:

$$G_{k,1,pl} = \gamma \cdot A_c = 25 \cdot 7,154 = 178,85 \text{ kN/m}$$

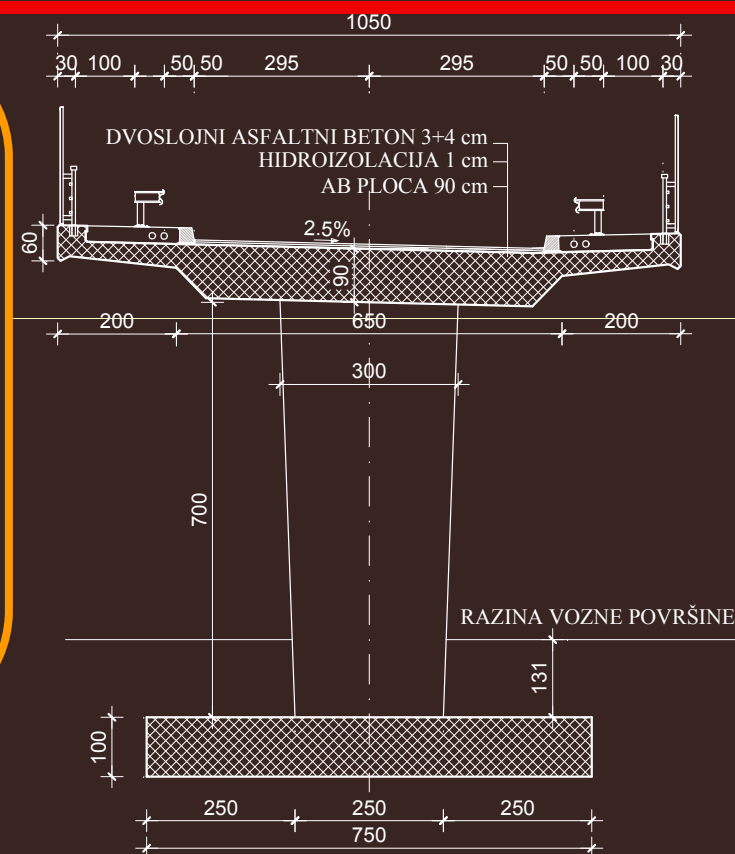
Stupovi:

$$G_{k,1,st} = 25 \cdot [(2,12 + 1,77) \cdot 7,0/2 - (0,62 + 0,94) \cdot 0,014 \cdot 4,5/2] = 339 \text{ kN}$$

$$A_{ploce} = 7,154 \text{ m}^2,$$

$$A_{stupa, gore} = 2,12 \text{ m}^2,$$

$$A_{stupa, dolje} = 1,77 \text{ m}^2$$



hidroizolacija:	0,5 kN/m ² · 5,9 m	= 2,95 kN/m
zastor:	0,07 m · 25 kN/m ³ · 5,9 m	= 10,33 kN/m
ograde:	2x 0,4 kN/m · 2	= 1,60 kN/m
hodnik:	1,84 m · 0,27 m · 25 kN/m ³ · 2	= 24,84 kN/m
dodatak:	0,4 · (2,95 + 10,33)	= 5,31 kN/m

$$G_{k2} = 45,03 \text{ kN/m}$$

Skupljanje i puzanje $G_{k,s+p}$

razred betona C35/45, vlažnost 70%,
opterećenje u 28. danu

$$\begin{aligned} A_{\text{ploče}} &= 7,154 \text{ m}^2, & u_{\text{ploče}} &= 23,25 \text{ m} \\ A_{\text{stupa, gore}} &= 2,12 \text{ m}^2, & u_{\text{stupa, gore}} &= 7,4 \text{ m} \\ A_{\text{stupa, dolje}} &= 1,77 \text{ m}^2, & u_{\text{stupa, dolje}} &= 6,4 \text{ m} \end{aligned}$$

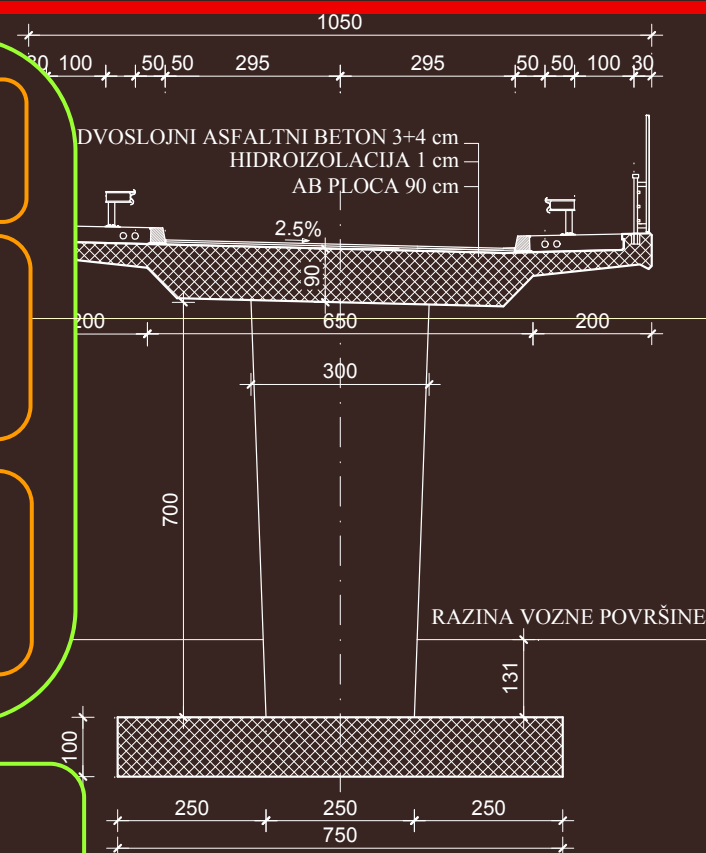
Srednji polumjer presjeka

$$\begin{aligned} d_{m,\text{ploča}} &= (2 \cdot 7,154 / 23,25) \cdot 1000 = 616 \text{ mm} \\ d_{m,\text{stupa}} &= [(2 \cdot 2,12 / 7,4 + 2 \cdot 1,77 / 6,4) / 2] \cdot 1000 = 563 \text{ mm} \end{aligned}$$

proračun pomoću Excela, prema izrazima
Skupljanje → BK•P: tab. 4.3, ili pribl. prema P.D.9
Puzanje → BK•P: tab. 4.4, ili pribl. prema P.D.5

Koeficijent puzanja:
ploča: $\varphi(t = \infty, 28) = 1,693$
stupovi: $\varphi(t = \infty, 28) = 1,706$
zadaju se u više faza

Koeficijent skupljanja:
 $\varepsilon_{cs}(t = \infty, 28) = -35 \times 10^{-5}$
 $\varepsilon_{cs}(t = \infty, 28) = -36 \times 10^{-5}$



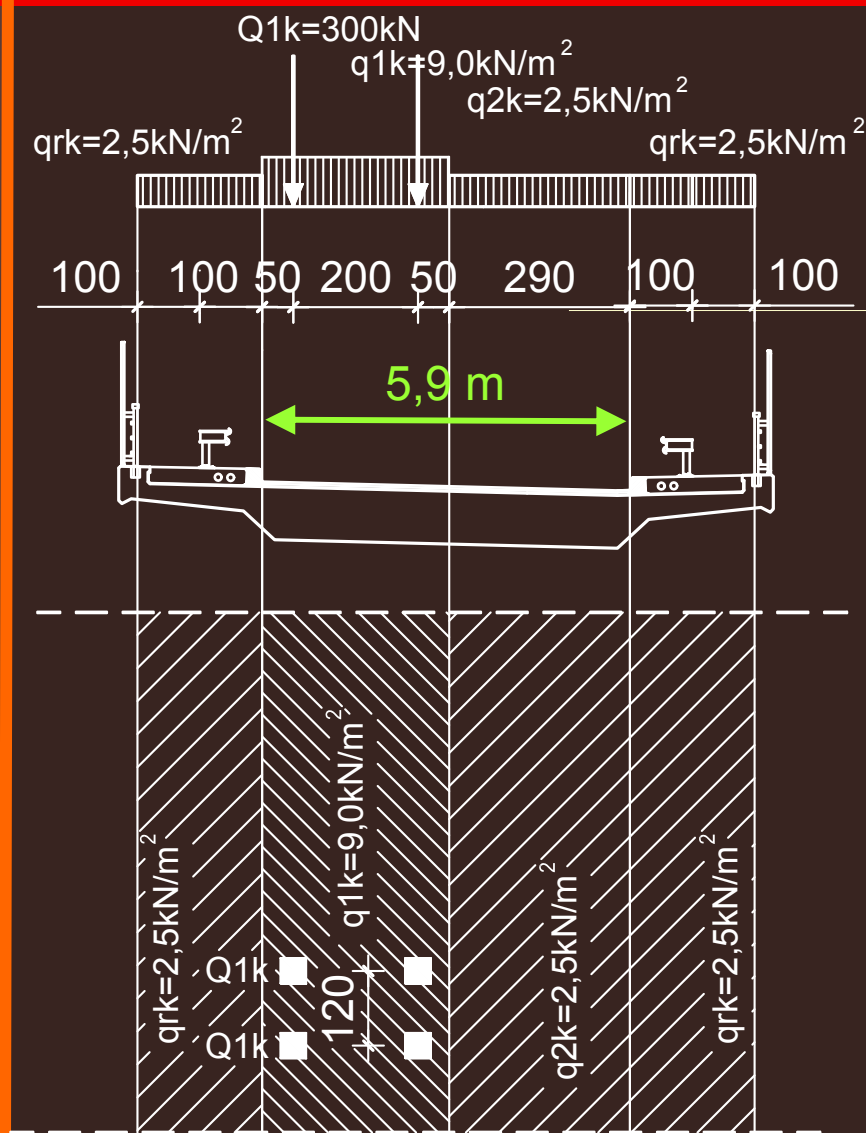
P.D.9 Keficijent skupljanja ε_{cs} ($t, t_s=1$ dan) u o/oo za betone razreda C25/30, C35/45 i C50/60 i vlažnost RH 80%

Razred betona	Starost betona u trenutku promatranja t (u danima)	Srednji polumjer presjeka $2A_c/u$ (mm)							
		50	100	150	200	300	400	500	600
C25/30	7	-0,09	-0,04	-0,03	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
	28	-0,16	-0,09	-0,06	-0,05	-0,03	-0,02	-0,02	-0,02
	35	-0,18	-0,10	-0,07	-0,05	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02
	90	-0,24	-0,15	-0,11	-0,08	-0,06	-0,04	-0,03	-0,03
	150	-0,27	-0,18	-0,13	-0,10	-0,07	-0,05	-0,04	-0,04
	365	-0,30	-0,24	-0,19	-0,15	-0,11	-0,08	-0,07	-0,06
	8	-0,34	-0,33	-0,33	-0,33	-0,32	-0,31	-0,30	-0,29
C35/45	7	-0,08	-0,04	-0,03	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
	28	-0,15	-0,08	-0,05	-0,04	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01
	35	-0,16	-0,09	-0,06	-0,05	-0,03	-0,02	-0,02	-0,02
	90	-0,21	-0,13	-0,10	-0,07	-0,05	-0,04	-0,03	-0,03
	150	-0,24	-0,16	-0,12	-0,09	-0,06	-0,05	-0,04	-0,03
	365	-0,27	-0,21	-0,17	-0,14	-0,10	-0,07	-0,06	-0,05
	8	-0,30	-0,30	-0,30	-0,29	-0,29	-0,28	-0,27	-0,26
C50/60	7	-0,06	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
	28	-0,12	-0,06	-0,04	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01
	35	-0,13	-0,07	-0,05	-0,04	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01
	90	-0,17	-0,11	-0,08	-0,06	-0,04	-0,03	-0,02	-0,02
	150	-0,19	-0,13	-0,10	-0,08	-0,05	-0,04	-0,03	-0,03
	365	-0,22	-0,17	-0,14	-0,11	-0,08	-0,06	-0,05	-0,04
	8	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,23	-0,23	-0,22	-0,21

P.D.5 Koficijenti puzanja $\varphi(t, t_0)$ za beton razreda C35/45 i vlažnost RH 80%

Starost betona u trenutku početka djelovanja opterećenja t_0 (u danima)	Starost betona u trenutku promatranja t (u danima)	Srednji polumjer presjeka $2A_c/u$ (mm)							
		50	100	150	200	300	400	500	600
1	7	1,05	0,90	0,81	0,75	0,67	0,61	0,57	0,55
	28	1,62	1,39	1,26	1,17	1,04	0,96	0,89	0,86
	35	1,72	1,48	1,34	1,25	1,11	1,02	0,96	0,92
	90	2,21	1,92	1,75	1,63	1,46	1,35	1,26	1,21
	150	2,48	2,17	1,99	1,86	1,68	1,55	1,46	1,40
	365	2,92	2,60	2,41	2,27	2,07	1,94	1,83	1,77
	8	3,59	3,33	3,21	3,13	3,02	2,96	2,92	2,88
7	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	28	1,05	0,90	0,82	0,76	0,68	0,62	0,58	0,56
	35	1,14	0,98	0,89	0,82	0,74	0,68	0,63	0,61
	90	1,52	1,32	1,20	1,12	1,00	0,92	0,86	0,83
	150	1,72	1,50	1,37	1,28	1,16	1,07	1,01	0,97
	365	2,04	1,81	1,67	1,58	1,44	1,35	1,27	1,23
	8	2,51	2,33	2,24	2,18	2,11	2,07	2,04	2,01
28	28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	35	0,59	0,50	0,46	0,42	0,38	0,34	0,32	0,31
	90	1,09	0,94	0,85	0,79	0,71	0,65	0,61	0,59
	150	1,28	1,11	1,02	0,95	0,86	0,79	0,74	0,71
	365	1,55	1,38	1,27	1,20	1,10	1,02	0,96	0,93
	8	1,93	1,79	1,72	1,68	1,63	1,59	1,57	1,55
90	90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	150	0,86	0,74	0,68	0,63	0,56	0,52	0,49	0,47
	365	1,20	1,06	0,98	0,92	0,84	0,78	0,73	0,71
	8	1,54	1,43	1,38	1,34	1,30	1,27	1,25	1,24
365	365	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	8	1,18	1,09	1,05	1,02	0,99	0,97	0,96	0,94

Prometno opterećenje $Q_{k1,osov}$, $Q_{k1,kont}$



Shema 1 → maksimalni moment savijanja i poprečne sile u rasponskom sklopu

Prometno opterećenje $Q_{k1,osov}$, $Q_{k1,kont}$

Ukupno kontinuirano opterećenje za cijelu širinu:

$$q_{k1} = 2,5 \times (1,0 + 1,0 + 2,9 + 1,0 + 1,0) + 9,0 \times 3,0 = 44,25 \text{ kN/m}$$

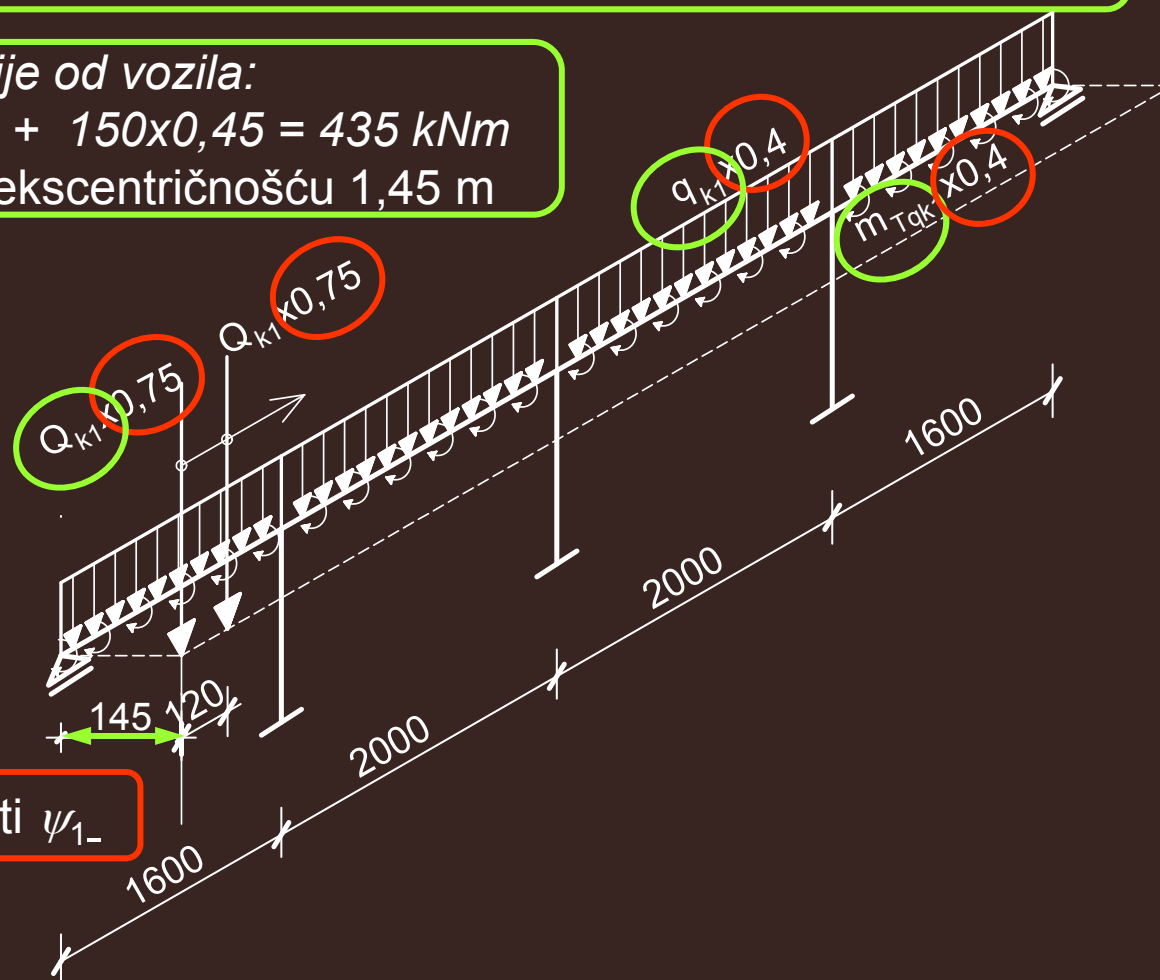
Nesimetrični dio kontinuiranoga prometnog opterećenja → jedinični moment torzije: $m_{T,qk1} = (9,0 - 2,5) \cdot 3,0 \cdot 1,45 = 28,28 \text{ kNm/m}$

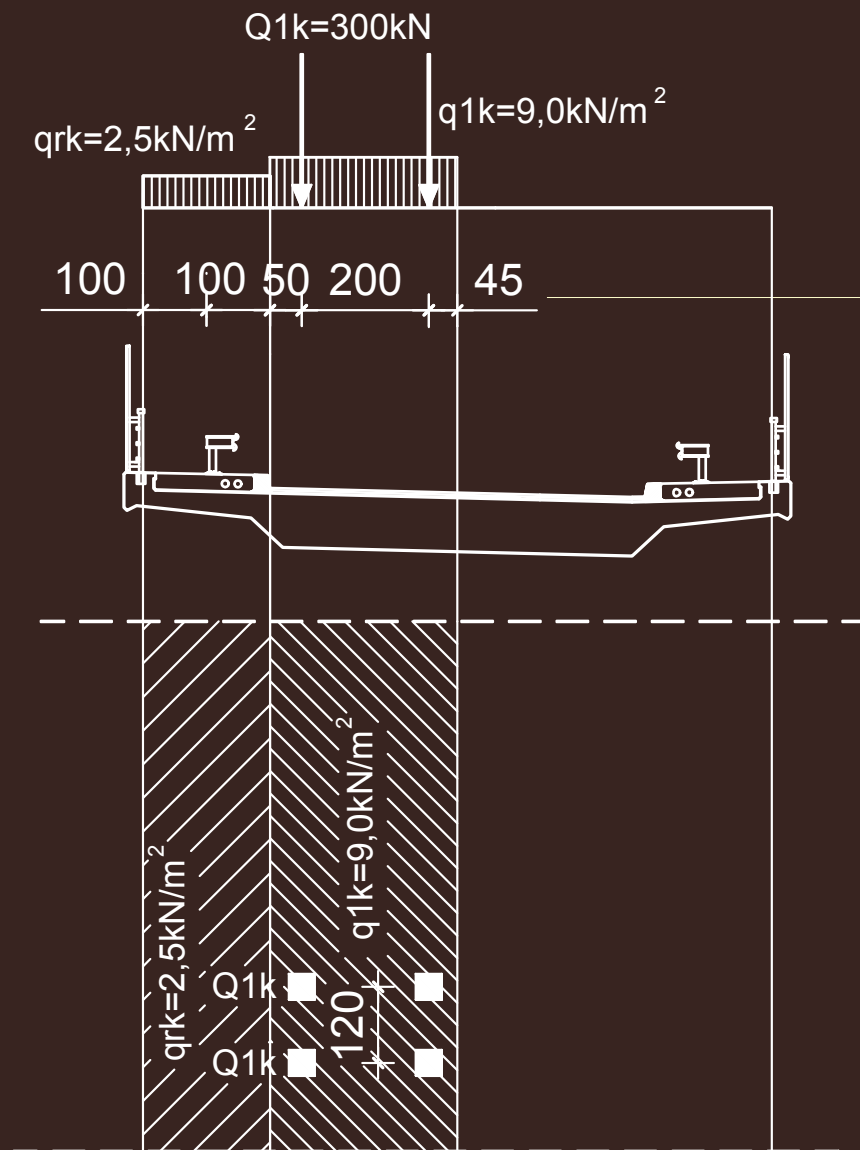
Koncentrirani moment torzije od vozila:

$$M_{T,Qk1} = 150 \times 2,45 + 150 \times 0,45 = 435 \text{ kNm}$$

$$= Q_{k1} = 300 \text{ kN s ekscentričnošću } 1,45 \text{ m}$$

koeficijenti česte vrijednosti ψ_{1-}



Prometno opterećenje $Q_{k1,osov}$, $Q_{k1,kont}$ 

Shema 2 → maksimalni moment torzije u gredi, ali uzrokuje i moment savijanja u stupovima u poprečnome smjeru mosta.

Prometno opterećenje $Q_{k1,osov}$, $Q_{k1,kont}$

Ukupno kontinuirano opterećenje na pola širine mosta iznosi:

$$q_{k2} = 2,5 \times (1,0 + 1,0) + 9,0 \times 2,95 = 31,55 \text{ kN/m}$$

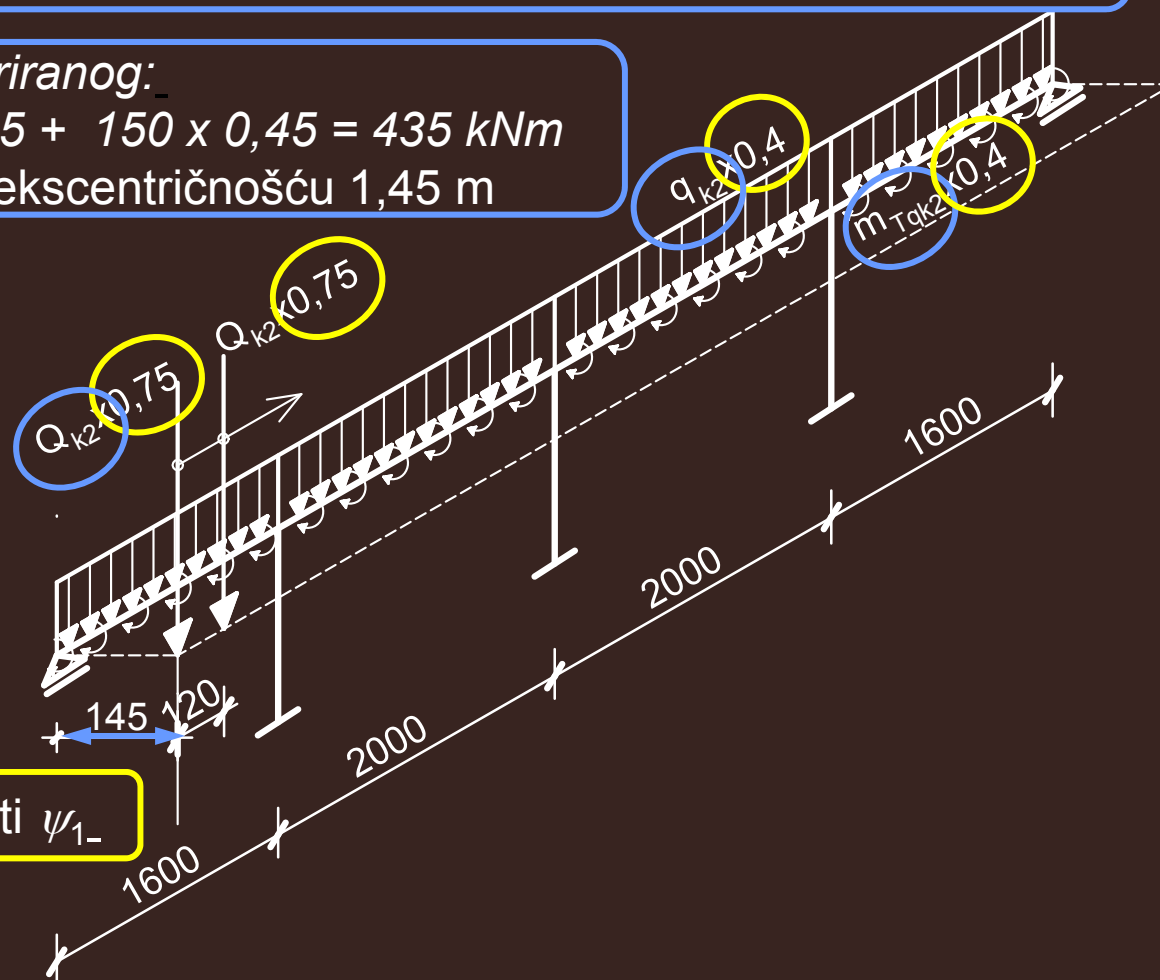
Moment torzije od kontinuiranog:

$$m_{T,qk2} = 2,5 \times 2,0 \times (1,0 + 2,95) + 9,0 \times 2,95 \times 1,45 = 58,3 \text{ kNm/m}$$

Moment torzije od koncentriranog:

$$M_{T,Qk2} = 150 \times 2,45 + 150 \times 0,45 = 435 \text{ kNm}$$

$$= Q_{k2} = 300 \text{ kN s ekscentričnošću } 1,45 \text{ m}$$



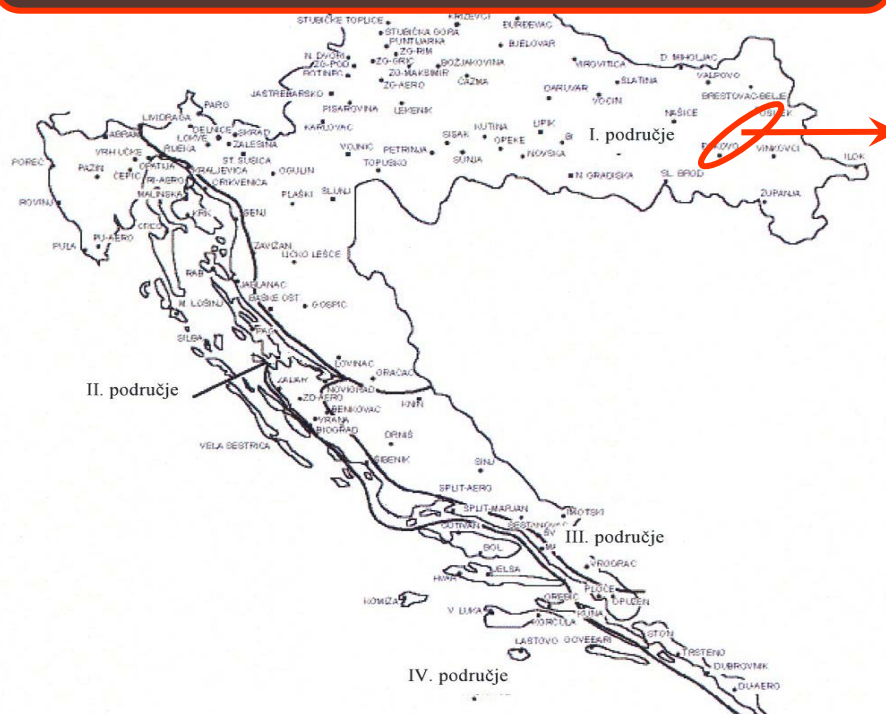
koeficijenti česte vrijednosti ψ_{1-}

Temperatura $Q_{k2,temp}$

JEDNOLIKA TEMPERATURNNA KOMPONENTA

iz zemljovida Hrvatske s najvišim temperaturama zraka $\rightarrow T_{max}$

Dionica Osijek–Đakovo autoceste A05,
Kota nivelete: +121,095 m.n.m.



Nadmorska visina do (m)	I. područje	II. područje	III. područje	IV. područje
100	39	$T_{max}=39\text{ °C}$		39
400	36	$T_{max}=36\text{ °C}$		39
800	33	34	36	39
1200	30	32	34	--
1600	28	30	31	--

Temperatura $Q_{k2,temp}$

JEDNOLIKA TEMPERATURNNA KOMPONENTA

iz zemljovida Hrvatske s najnižim temperaturama zraka $\rightarrow T_{min}$

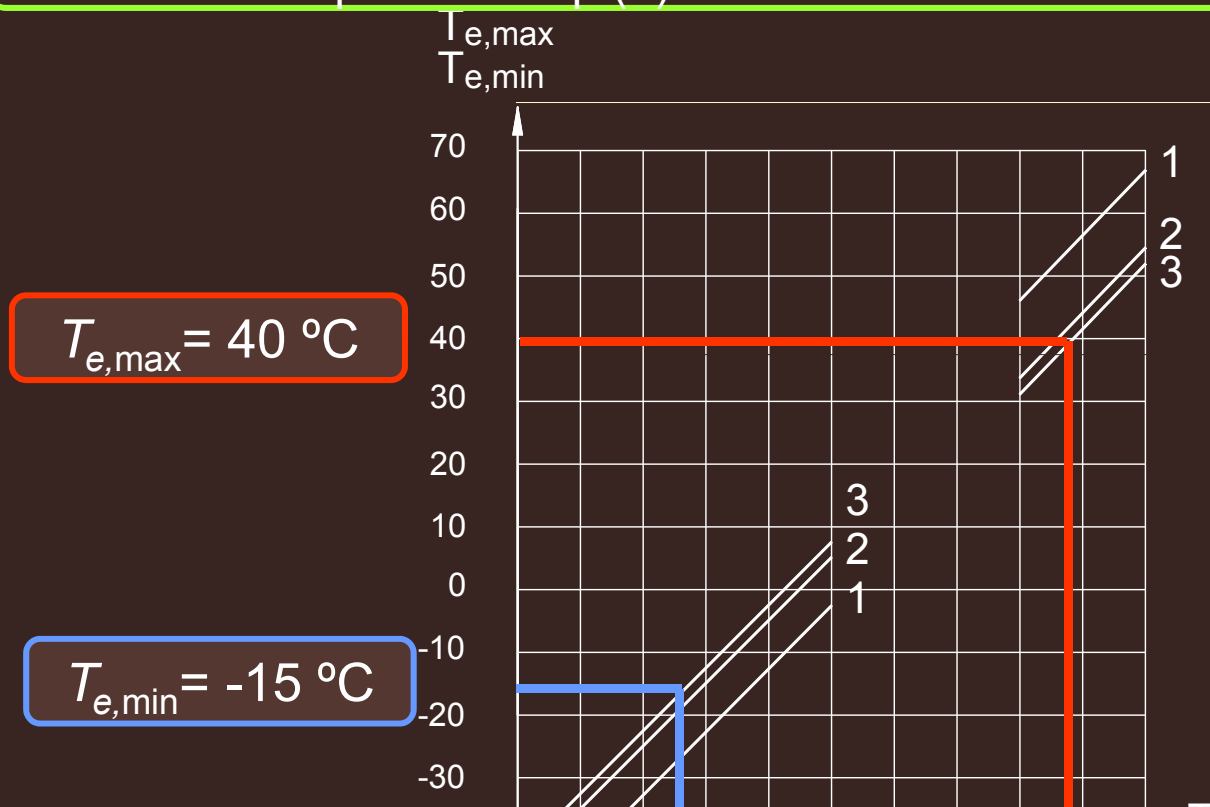
Dionica Osijek–Đakovo autoceste A05,
Kota nivelete: +121,095 m.n.m.



Nadm orska visina do (m)	I. ↓	II.	III.	IV.	V.
100 →	-26	$T_{min} = -26\text{ °C}$			-16
400 →	-23	$T_{min} = -23\text{ °C}$			-18
800	-20				-19
1200	-17	-26	-23	-20	-21
1600	---	-26	-24	-24	-23
>1600	---	-26	---	-26	-24

JEDNOLIKA TEMPERATURNNA KOMPONENTA

iz dijagrama odnosa temperature zraka u hladu i temperature mosta dobije se za betonski rasponski sklop (3)



Uz temperaturu mosta, u vrijeme kada je konstrukcija djelotvorno spojena 10°C

najveća razlika pozitivne proračunske temp. mosta

$$\Delta T_{N,pos} = 30 \text{ °C}$$

najveća razlika negativne proračunske temp. mosta

$$\Delta T_{N,neg} = -25 \text{ °C}$$

• LINEARNE TEMPERATURNE RAZLIKE

Uz debljinu hidroizolacije i zastora od 8 cm

pozitivna temperaturna razlika

(gornji rub topliji) iznosi:

a negativna temperaturna razlika

(gornji rub topliji) iznosi:

$$\Delta T_{M,pos} = 0,82 \times 10 \text{ }^{\circ}\text{C} = 8,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{M,neg} = -5,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

• KOMBINACIJA JEDNOLIKE I LINEARNE TEMPERATURE

$$\Delta T_{M,pos} = 8,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\omega_M \Delta T_{M,pos} = 0,758,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

i

$$\omega_N \Delta T_{N,pos} = 0,3530 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

i

$$\Delta T_{N,pos} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{M,neg} = -5,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\omega_M \Delta T_{M,neg} = 0,75 \cdot (-5,0 \text{ }^{\circ}\text{C})$$

i

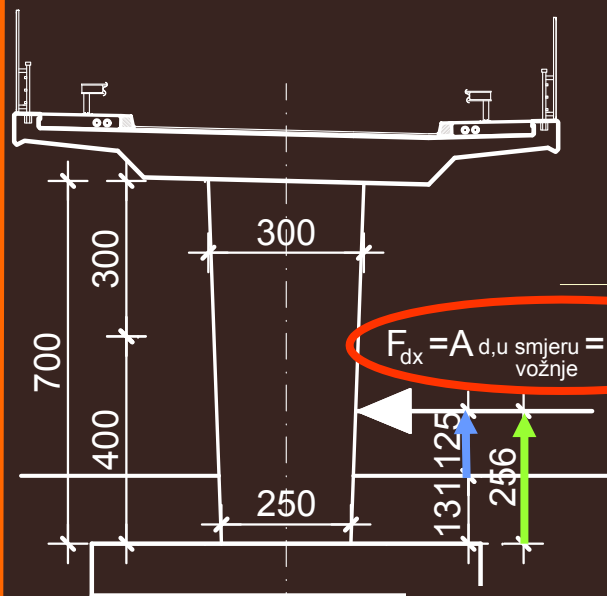
$$\omega_N \Delta T_{N,neg} = 0,35(-25 \text{ }^{\circ}\text{C})$$

$$\Delta T_{N,neg} = (-25 \text{ }^{\circ}\text{C})$$

• TEMPERATURA STUPOVA

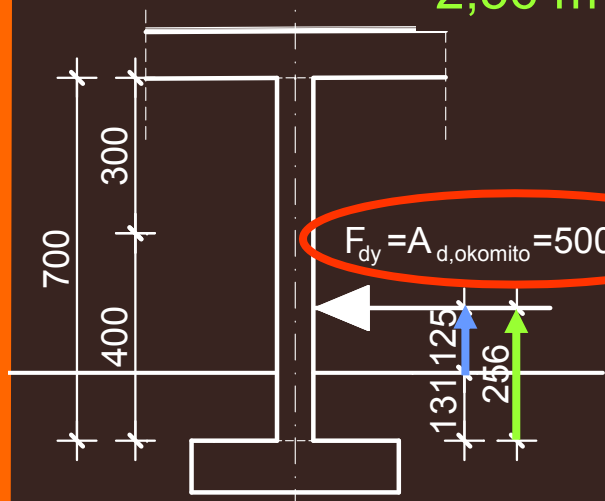
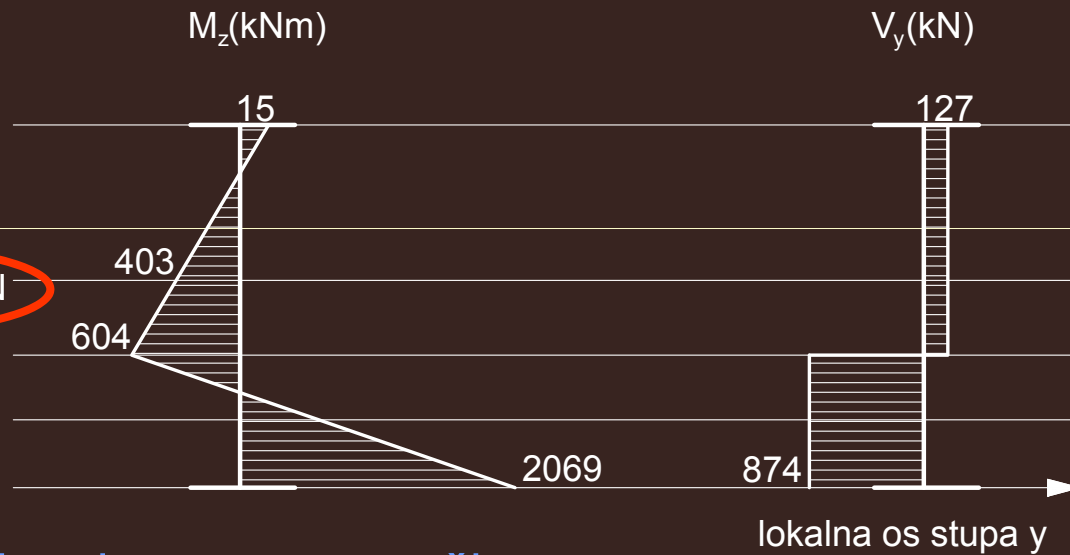
Linearne temperaturne razlike između nasuprotnih vanjskih ploha uzimaju se s vrijednošću $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Udar vozila A_d



1,25 m iznad razine vozne površine

2,56 m od mjesta upetosti u temelj



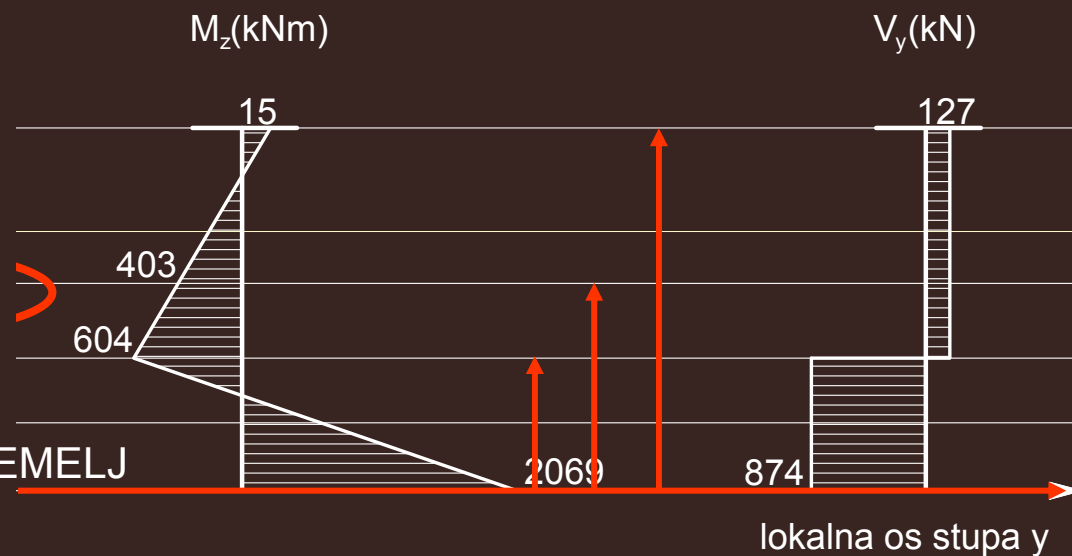
Udar vozila A_d - unutarnje sile u srednjem stupu

NA VRHU STUPA

NA VISINI STUPA 4,0 M

NA VISINI UDARA VOZILA 2,56 M

NA MJESTU UPETOSTI STUPA U TEMELJ



razine vozne površine

esta upetosti u temelj



Unutarnje sile u srednjem stupu od pojedinačnih djelovanja

<i>na mjestu upetosti u temelj</i>	<i>My</i>	<i>Vz</i>	<i>Mz</i>	<i>Vy</i>	<i>N</i>
G_{k1}	-	-	-	-	-3975
G_{k2}	-	-	-	-	-905
$G_{k,s+p}$	-	-	-	-	-81
$Q_{k1,osov}$	228	85	171	79	54
$Q_{k1,kont}$	328	113	587	83	83/59
$Q_{k2,temp}$ (komb. jednolike i linearne temp.)	-	-	-	-	111
$Q_{k2,temp}$ (temp. stupova)	164	2	306	32	-
$A_{d, okomito}$	834	404	-	-	-
$A_{d, u smjeru voznje}$	-	-	2069	874	-

NASTAVAK TABLICE ZA:

- *na visini 2,56 m od mjesta upetosti u temelj*
- *na visini stupa od 4,0 m*
- *na vrhu stupa na mjestu upetosti u ploču*

Proračunske vrijednosti unutarnjih sila

$$S_d = 1,0 \cdot G_{k1} + 1,0 \cdot G_{k2} + 1,0 \cdot G_{k,s+p} + 0,75 \cdot Q_{k1,osov} + 0,4 \cdot Q_{k1,kont} + 0,5 \cdot Q_{k2,temp} + A_d$$

$$M_{Sd,y} = 0,75 \cdot 228 + 0,4 \cdot 328 + 0,5 \cdot 164 + 834 = 1218,2 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = -1,0 \cdot 3975 - 1,0 \cdot 905 - 1,0 \cdot 81 + 0,75 \cdot 54 + 0,4 \cdot 83 + 0,5 \cdot 111 = -4831,8 \text{ kN}$$

$$V_{Sd,z} = 0,75 \cdot 85 + 0,4 \cdot 113 + 0,5 \cdot 2 + 404 = 514,0 \text{ kN}$$

$$M_{Sd,z} = 0,75 \cdot 171 + 0,4 \cdot 587 + 0,5 \cdot 306 + 2069 = 2585,1 \text{ kNm}$$

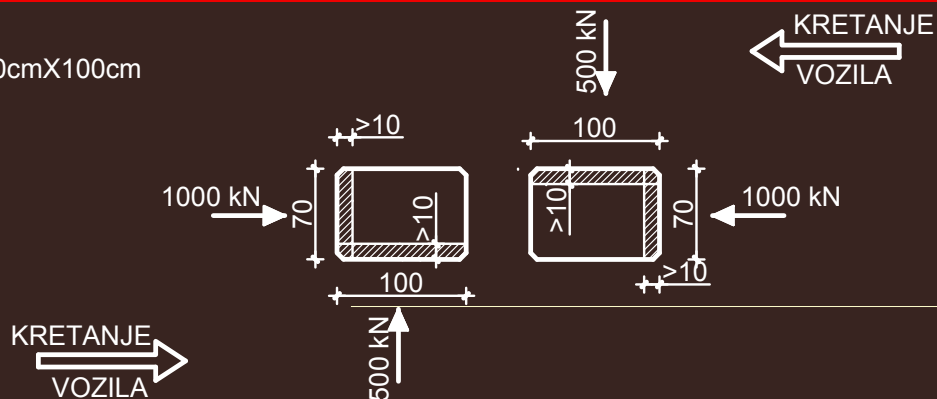
$$N_{Sd} = -1,0 \cdot 3975 - 1,0 \cdot 905 - 1,0 \cdot 81 + 0,75 \cdot 54 + 0,4 \cdot 59 + 0,5 \cdot 111 = -4841,4 \text{ kN}$$

$$V_{Sd,y} = 0,75 \cdot 79 + 0,4 \cdot 83 + 0,5 \cdot 32 + 874 = 982,5 \text{ kN}$$

	$M_{Sd,y}$	$V_{Sd,z}$	$M_{Sd,z}$	$V_{Sd,y}$	N_{Sd}
<i>na mjestu upetosti u temelj</i>	1218,2	514,0	2585,1	982,5	-4831,8/ -4841,4
<i>na visini 2,56 m od mjesta upetosti u temelj</i>	882,5	514,0	1296,7	982,5	-4691,8/ -4701,4
<i>na visini stupa od 4,0 m</i>	784,6	207,0	1193,9	235,5	-4613,8/ -4623,4
<i>na vrhu stupa na mjestu upetosti u ploču</i>	724,3	207,0	1012,7	235,5	-4449,8/ -4459,4

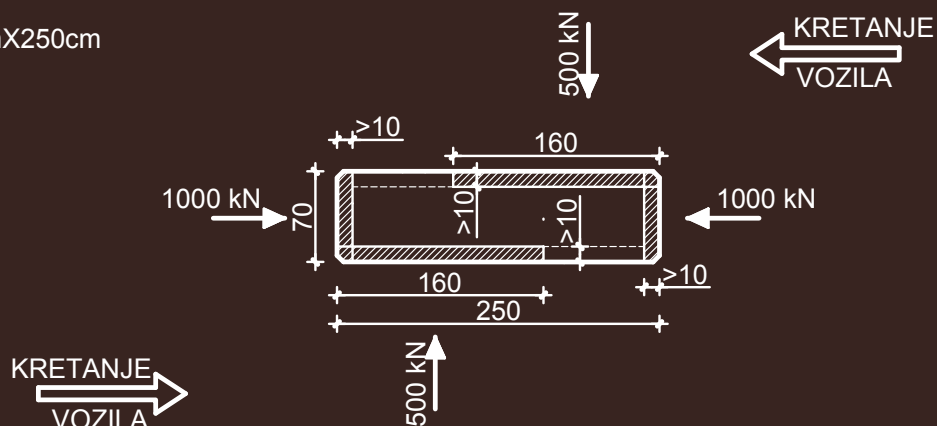
Dimenzioniranje stupa: ŽRTVUJUĆI SLOJ

2 STUPA 70cmX100cm



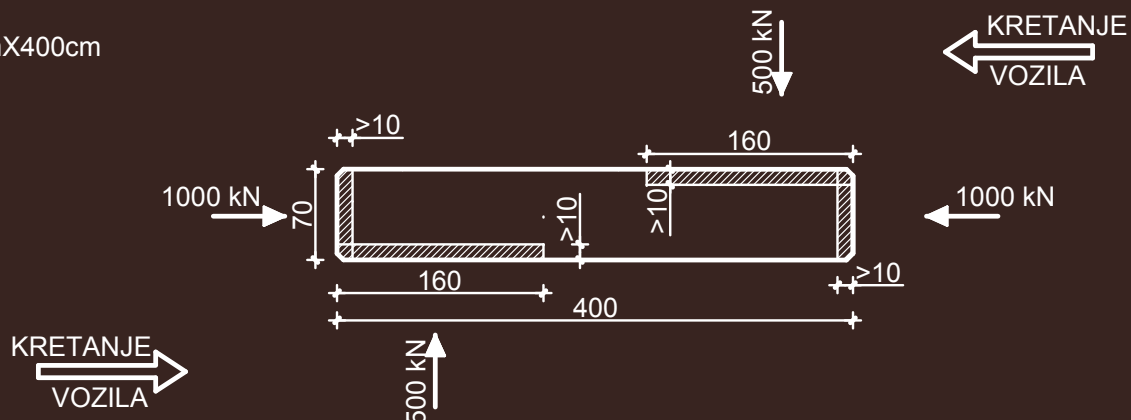
područja u kojima je moguće odlamanje betona i koja se isključuju pri provjeri nosivosti

STUP 70cmX250cm



Stup nadvožnjaka iz primjera

STUP 70cmX400cm



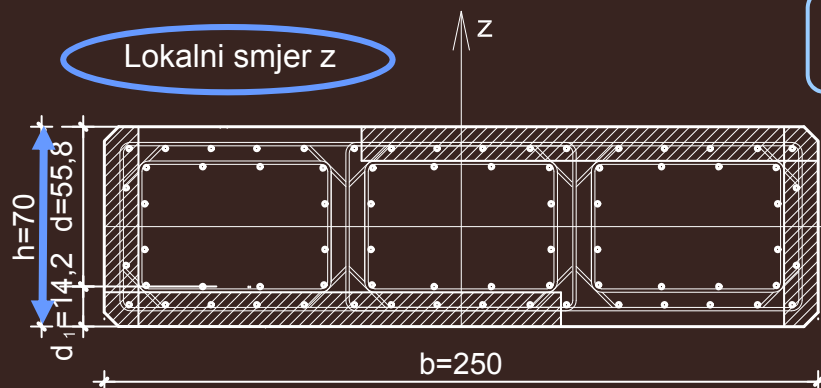
Dimenzioniranje stupa na uzdužnu silu i moment savijanja

udar vozila u smjeru vožnje
i udar okomito na smjer vožnje
ne djeluju istodobno

možemo proračun provesti
posebno za smjer uzduž osi
mosta i za smjer poprijeko

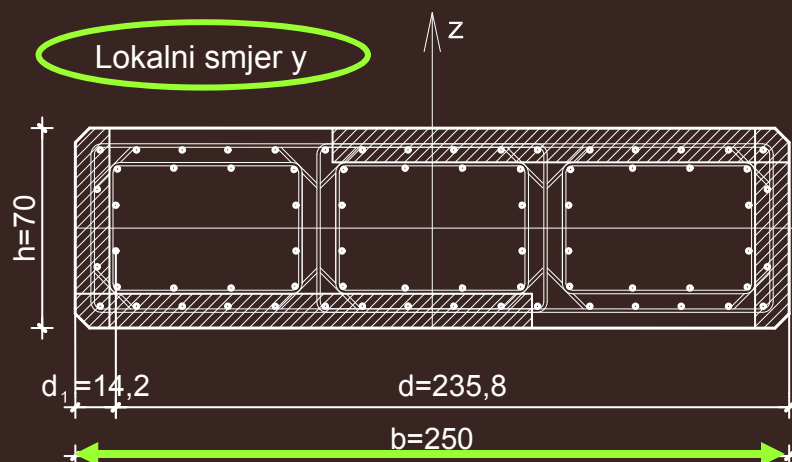
provodimo odvojene dokaze u smjeru lokalnih osi stupa y i z

PRESJEK NA MJESTU UPETOSTI U TEMELJ



Udaljenost do težišta unutarnje armature određuje se u skladu s preporučenom ugradnjom armature u dvije razine te s preporukom da se zaštitni sloj betona izvan vanjske uzdužne armature ne uzima u obzir za određivanje nosivosti u području udara

$$d_1 = 12,0 + 1,2 + 2,0/2 = 14,2 \text{ cm}$$



Statička visina presjeka:

$$d = h - d_1 = 70 - 14,2 = 55,8 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 250 - 14,2 = 235,8 \text{ cm}$$

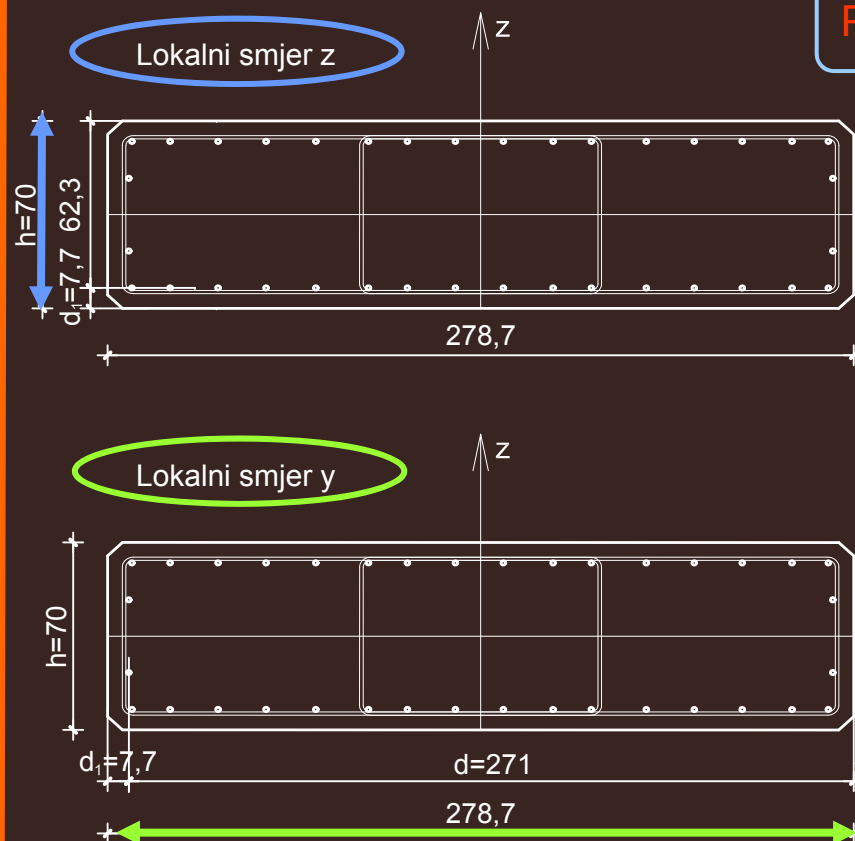
Dimenzioniranje stupa na uzdužnu silu i moment savijanja

udar vozila u smjeru vožnje
i udar okomito na smjer vožnje
ne djeluju istodobno

možemo proračun provesti
posebno za smjer uzduž osi
mosta i za smjer poprijeko

provodimo odvojene dokaze u smjeru lokalnih osi stupa y i z

PRESJEK NA VISINI 4,0 M PREMA GORE



Udaljenost do težišta unutarnje armature
određuje se u skladu s preporučenom
ugradnjom armature u jednoj razini

$$d_1 = 5,5 + 1,2 + 2,0/2 = 7,7 \text{ cm}$$

Statička visina presjeka:

$$d = h - d_1 = 70 - 7,7 = 62,3 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 278,7 - 7,7 = 271 \text{ cm}$$

Dimenzioniranje stupa na uzdužnu silu i moment savijanja

ARMATURA NA MJESTU UPETOSTI U TEMELJ

Lokalni smjer z

$h_z, d_z, f_{cd}, f_{yd}, M_{Sd,y}, N_{Sd}$

$\mu_{Sd,y}, v_{Sd}$

Dijagram interakcije, ω

$A_{s1} = A_{s2};$
 $A_{s,min}$

Lokalni smjer y

$h_y, d_y, f_{cd}, f_{yd}, M_{Sd,z}, N_{Sd}$

$\mu_{Sd,z}, v_{Sd}$

Dijagram interakcije, ω

$A_{s1} = A_{s2};$
 $A_{s,min}$

Armatura u dva sloja

ARMATURA DO VISINE STUPA OD 4,0 M

Lokalni smjer z

Lokalni smjer y

Uzdužna armatura ugrađuje se u dvije razine na visini min. 2,0 m područja udara.

Armaturu proračunanu i raspoređenu za dno stupa zadržavamo jednakom do visine stupa od 4,0 m i A_{smin}

ARMATURA OD VISINE STUPA 4,0 M DO VRHA STUPA

Lokalni smjer z

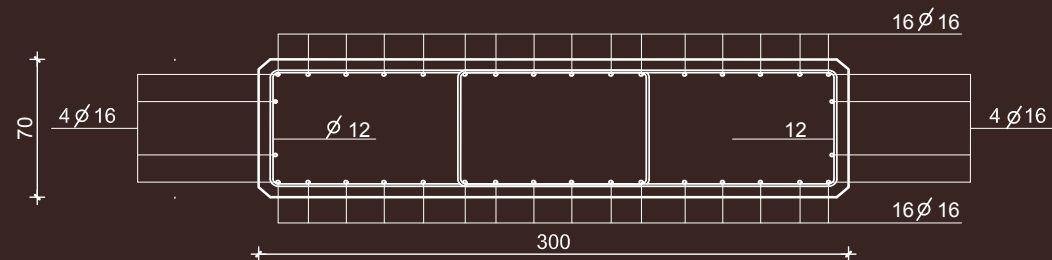
Lokalni smjer y

Za visinu 4,0 m koristi se isti postupak dimenzioniranja, na vrhu stupa dovoljno je provjeriti minimalnu armaturu

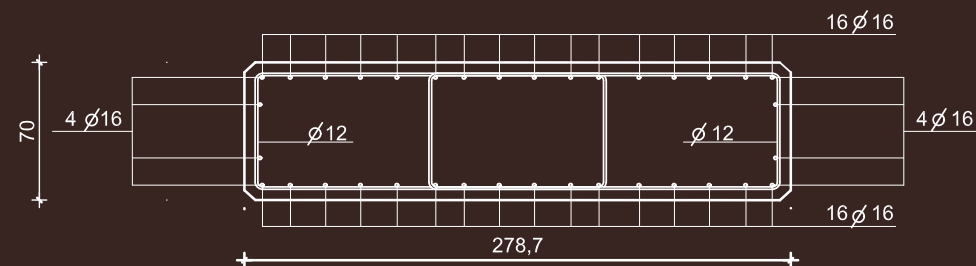
Samo jedan – vanjski sloj armature

Armatura stupa

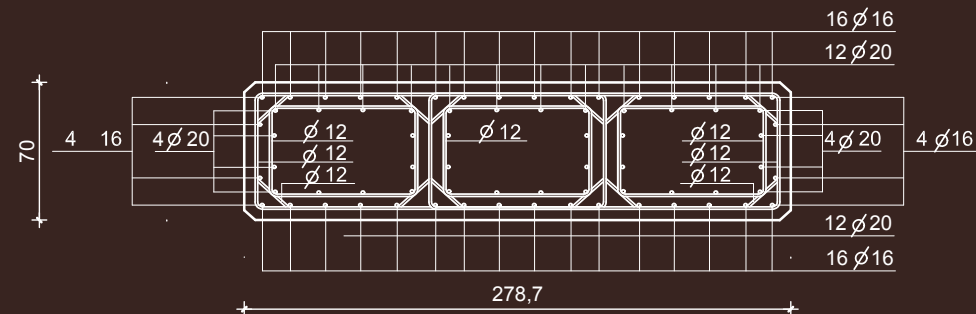
POPREČNI PRESJEK NA MJESTU UPETOSTI U PLOČU



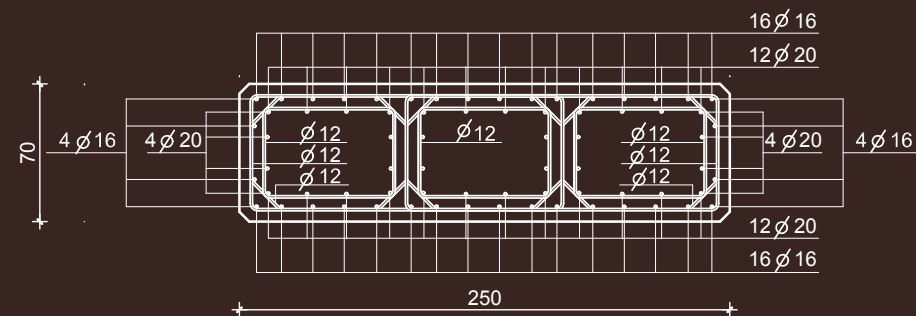
POPREČNI PRESJEK NA VISINI 4,0m PREMA GORE



POPREČNI PRESJEK NA VISINI 4,0m PREMA DOLJE



POPREČNI PRESJEK NA MJESTU UPETOSTI U TEMELJ



Dimenzioniranje na poprečne sile

Kako je poprečna djelujuća sila
manja od proračunske nosivosti

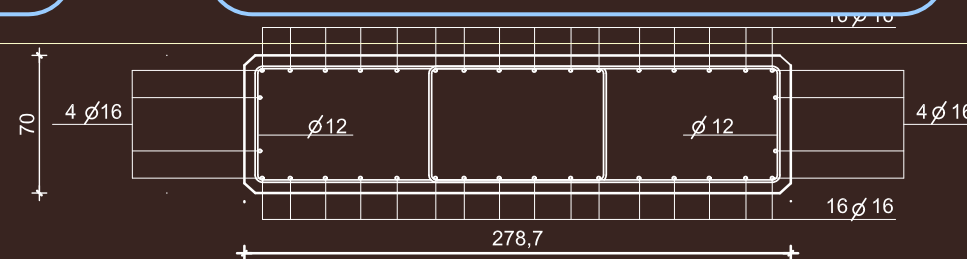
$$V_{Sd,y} = 982,5 \text{ kN} < V_{Rd1} = 1439,5 \text{ kN}$$

nije potreban proračun
poprečne armature,
ali valja osigurati
minimalnu armaturu

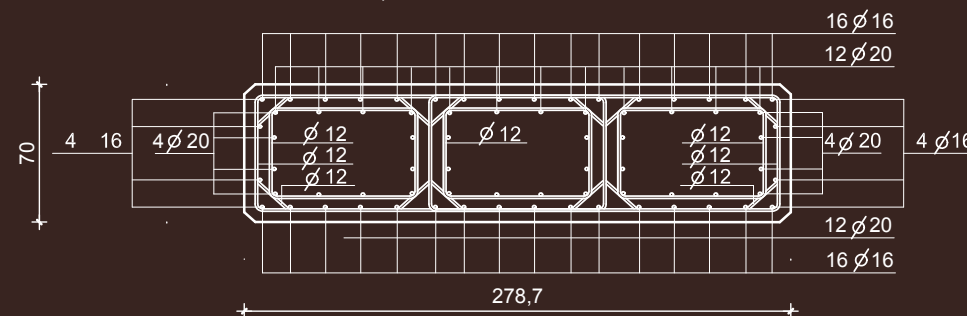
POPREČNI PRESJEK NA MJESTU UPETOSTI U PLOČU



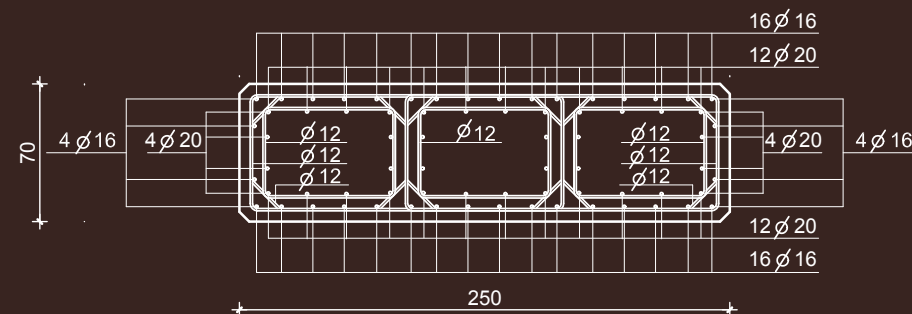
NI PRESJEK



POPREČNI PRESJEK NA VISINI 4,0m PREMA DOLJE



POPREČNI PRESJEK NA MJESTU UPETOSTI U TEMELJ



Dimenzioniranje na poprečne sile

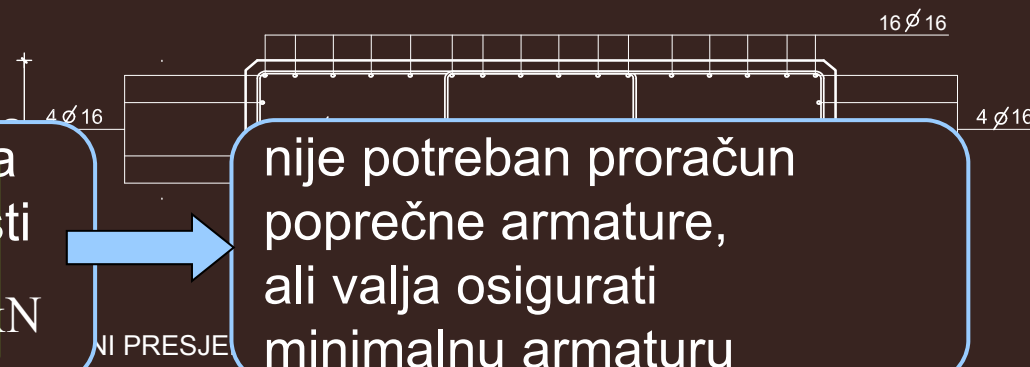
Ako stup preuzima i sile potresa za veliku duktilnost, maksimalni razmak spona je $e_w = 10$ cm uz progušćenje pri vrhu na $0,6e_w = 6$ cm.

Za preostali dio stupa do njegova vrha zadržavamo samo vanjske spone.

za stupove dimenzionirane na udar vozila

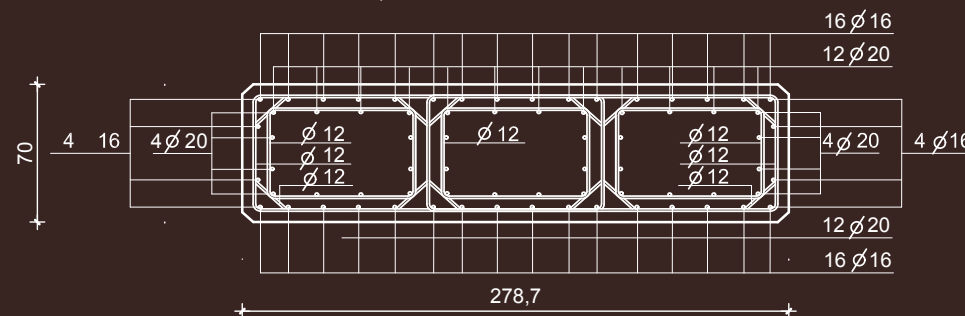
ϕ 12/12 cm, u dvije razine do $h=4,0$ m

POPREČNI PRESJEK NA MJESTU UPETOSTI U PLOČU

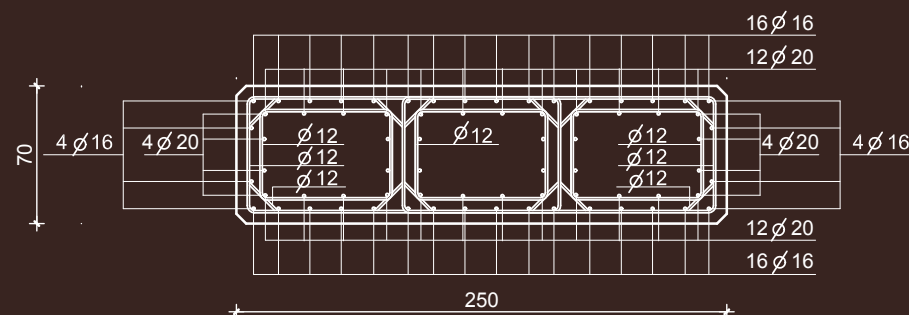


nije potreban proračun poprečne armature, ali valja osigurati minimalnu armaturu

POPREČNI PRESJEK NA VISINI 4,0m PREMA DOLJE



POPREČNI PRESJEK NA MJESTU UPETOSTI U TEMELJ



Armatura stupa

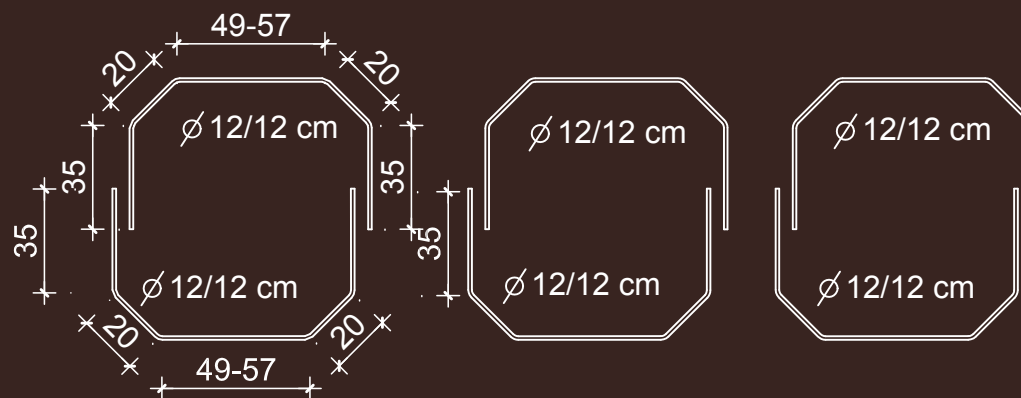
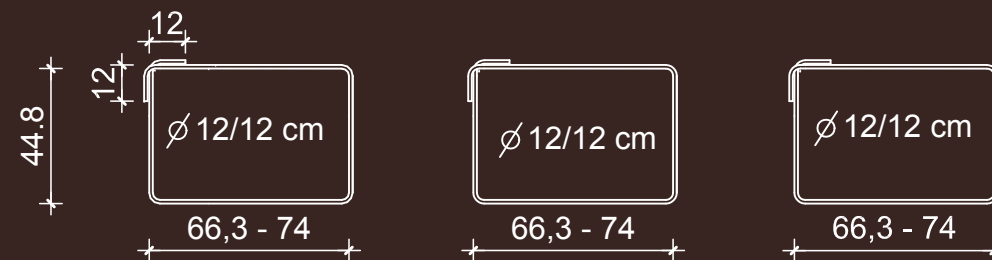
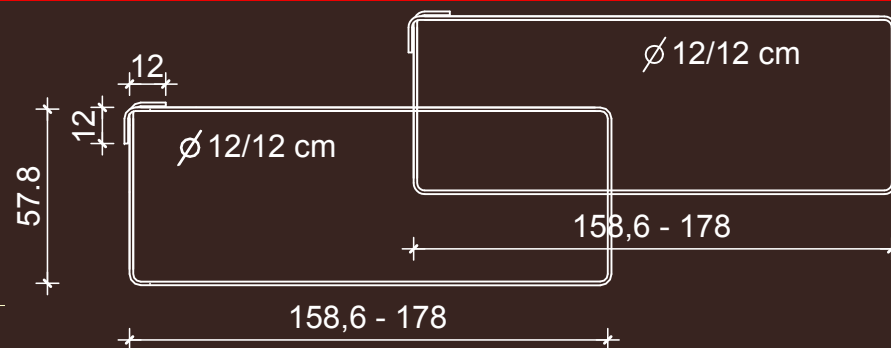
Dimenzije ovog stupa zahtijevaju postavljanje dviju preklopljenih vanjskih spona, a time triju unutarnjih spona.

Kako se širina stupa mijenja po visini presjeka, tako se mijenja i dulja dimenzija spona.

Spone se savijaju oko trna promjera $4 \cdot 1,2 = 4,8$ cm.

Duljina sidrenja kod pravokutne kuke iznosi $5 \cdot 1,2 = 6,0$ cm

ukupni krak duljine
 $6,0 + 4,8 + 1,2 = 12,0$ cm



OBLICI SPONA

Armatura stupa

Vanjska uzdužna armatura $\phi 16$ stupa visokog 7,0 m može se izvesti u punoj duljini, vodeći računa o potrebnoj duljini sidrenja

Osnovna vrijednost duljine sidrenja šipke $\phi 16$ iznosi:

$$l_b = \frac{d_s}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}} = \frac{1,6}{4} \cdot \frac{500}{3,92} = 51 \text{ cm}$$

Potrebna duljina sidrenja šipke $\phi 16$ iznosi:

$$l_{b,net} = \alpha_a \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,pot}}{A_{s,odab}} = 1,0 \cdot 51 \cdot \frac{63}{72,36} = 45 \text{ cm}$$

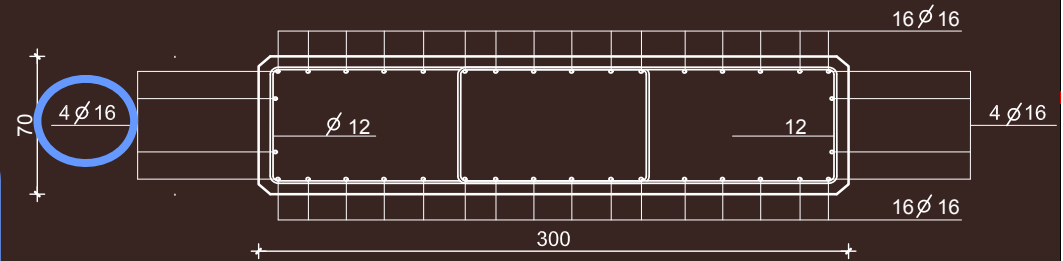
čime je zadovoljena najmanja duljina sidrenja:

$$l_{b,min} = 0,3 \cdot \alpha_a \cdot l_b = 0,3 \cdot 1,0 \cdot 51 = 15,3 \text{ cm}$$

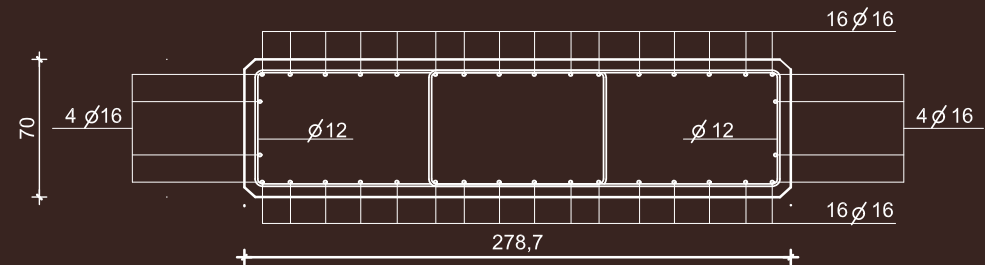
$$l_{b,min} = 10 \cdot d_s = 10 \cdot 1,6 = 16 \text{ cm}$$

$$l_{b,min} = 10 \text{ cm}$$

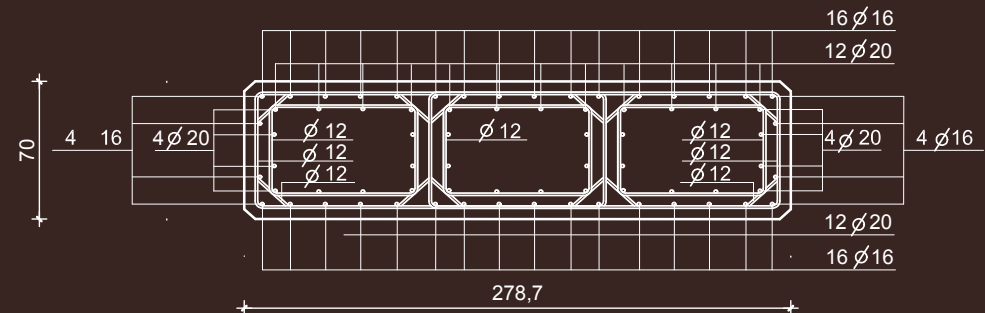
POPREČNI PRESJEK NA MJESTU UPETOSTI U PLOČU



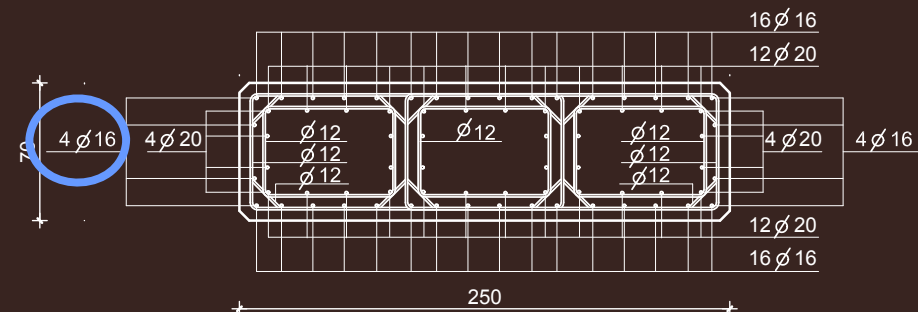
POPREČNI PRESJEK NA VISINI 4,0m PREMA GORE



POPREČNI PRESJEK NA VISINI 4,0m PREMA DOLJE



POPREČNI PRESJEK NA MJESTU UPETOSTI U TEMELJ



Armatura stupa

Unutarnja uzdužna armatura $\phi 20$ stupa vodi se do visine 4,0 m, vodeći računa o potrebnoj duljini sidrenja u temelj.

Osnovna vrijednost duljine sidrenja šipke $\phi 20$ iznosi:

$$l_b = \frac{d_s}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}} = \frac{2,0}{4} \cdot \frac{500}{3,92} = 64 \text{ cm}$$

Potrebna duljina sidrenja šipke $\phi 20$ iznosi:

$$l_{b,net} = \alpha_a \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,pot}}{A_{s,odab}} = 1,0 \cdot 64 \cdot \frac{70,3}{87,92} = 52 \text{ cm}$$

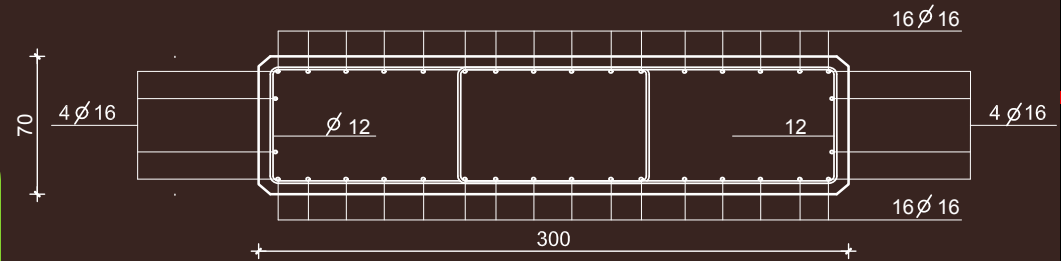
čime je zadovoljena najmanja duljina sidrenja:

$$l_{b,min} = 0,3 \cdot \alpha_a \cdot l_b = 0,3 \cdot 1,0 \cdot 64 = 19,2 \text{ cm}$$

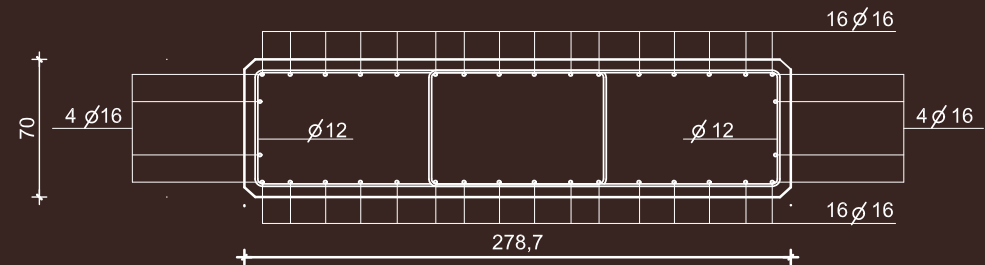
$$l_{b,min} = 10 \cdot d_s = 10 \cdot 2,0 = 20 \text{ cm}$$

$$l_{b,min} = 10 \text{ cm}$$

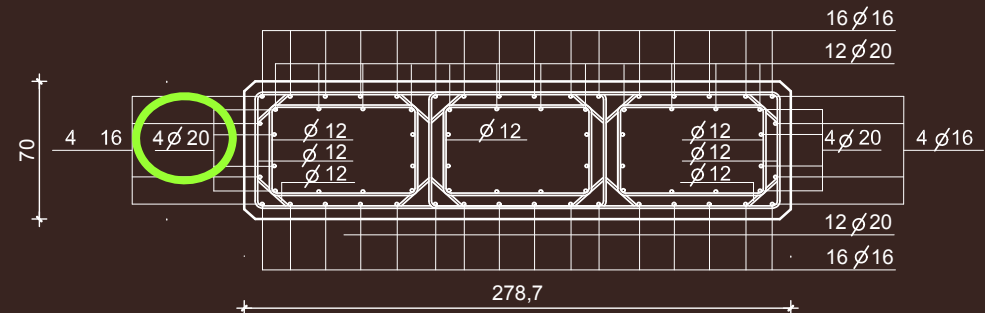
POPREČNI PRESJEK NA MJESTU UPETOSTI U PLOČU



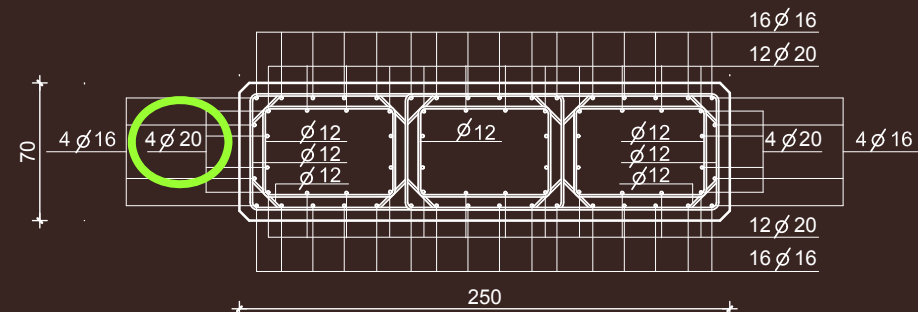
POPREČNI PRESJEK NA VISINI 4,0m PREMA GORE



POPREČNI PRESJEK NA VISINI 4,0m PREMA DOLJE

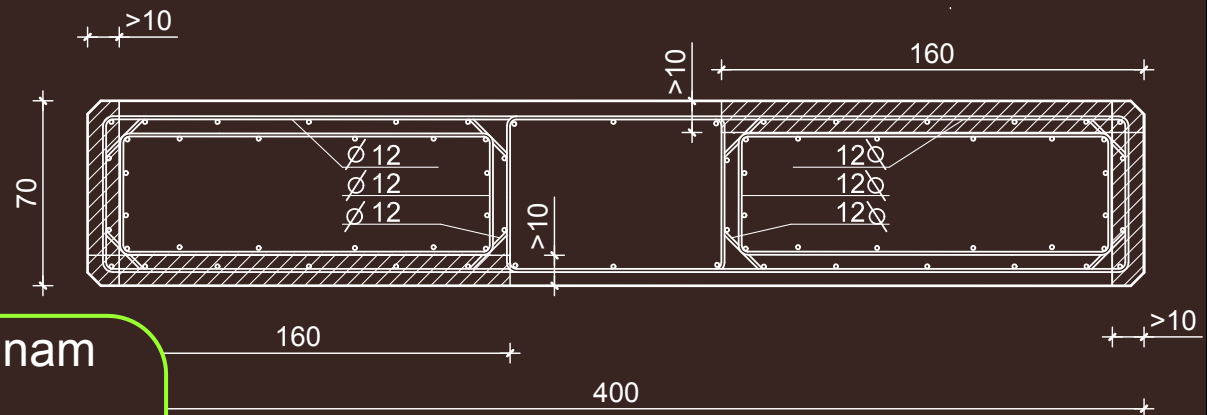


POPREČNI PRESJEK NA MJESTU UPETOSTI U TEMELJ



STREDNA DJELOVANJE DARI, POŽAR

STUP 70cmX400cm



Kod dugog stupa duljina stupa nam omogućava uporabu dviju preklopljenih vanjskih spona, ali i samo dviju unutarnjih spona na rubnim obostranim dijelovima stupa duljine 1,6 m.

TRAJNOST KONSTRUKCIJA 2

Slijedi: POŽAR