

B. TEHNIČKI DIO

Investitor: **Koprivničke vode d.o.o.**
Mosna ulica 15, 48 000 Koprivnica

Naziv zahvata u prostoru: **RETENCIJSKI BAZEN „KAUFLAND“**

Razina obrade: **IZMJENA I DOPUNA GLAVNOG PROJEKTA**

Oznaka projekta: **505-RBK/GP-D**

1. TEHNIČKI OPIS

1. TEHNIČKI OPIS

2.1. OPĆENITO

Predmet ove dokumentacije je izmjena i dopuna glavnog projekta retencijskog bazena „Kaufland“.

Obuhvat zahvata odnosi se na područje u sastavu Grada Koprivnice, u Koprivničko-križevačkoj županiji.

Planirani zahvat predviđen je u k.o. Koprivnica, u ulici Ivana Česmičkog. Zahvat je planiran na novoformiranoj k.č. 156/1, nastalom objedinjavanjem čestica 156/1 i 156/3.

Za navedeni zahvat u prostoru izdana je građevinska dozvola:

Koprivničko-križevačka županija
Grad Koprivnica
Upravni odjel za prostorno uređenje
KLASA: UP/I-361-03/18-01/000108
URBROJ: 2137/01-07-01/8-19-0009
Koprivnica, 06.05.2019.

na temelju glavnog projekta:

Glavnog projekta za ishođenje potvrde glavnog projekta,
Retencijski bazen „Kaufland“
Zajednička oznaka projekta: 505-RBK/GP, veljača, 2018.,
HIDRO CONSULT d.o.o. Rijeka

Izmjenom i dopunom glavnog projekta mijenja se rješenje prihvatne cijevi retencije – crpnog bazena u armirano betonsku konstrukciju. Crpni bazen od poliester cijevi DN 3.600 mm zamjenjuje armirano betonskim bazenom tlocrtnih dimenzija 12,15 x 3,75 m. Sve ostalo ostaje prema osnovnom projektu.

Situacijski, cijevi su postavljene na slobodnoj površini uz javni put, čime je osiguran i pristup radi održavanja. Situacija objekata kao i detaljni nacrti dani su u nacrtnoj dokumentaciji.

Retencija se izvodi na glavnom kolektoru IV, na kojem je predviđen preliv preko kojeg se za vrijeme kiše višak dotoka prelijeva u retencijski bazen. duljina prelivnog praga iznosi 10,60 m, a visina 50 cm.

Preljev je s retencijom povezan preko cijevnog komada DN 2400 duljine 1,70 m, koji se pripaja na prihvatni crpni armirano betonski bazen dimenzija 12,15 m x 3,75 m, koji je položen okomito u odnosu na retencijske cijevi DN 2400. Iz ove komore se višak vode razlijeva paralelno u četiri retencijske cijevi, koje su, osim samog završetka, postavljene na istoj visini.

Za održavanje i silazak u retenciju predviđena je ugradnja odgovarajućih poklopaca i ljestvi iz prokroma. Poklopci DN 800 se ugrađuju na ulazna „grla“ promjera DN 1000, prema prikazu u grafičkom dijelu projekta, na početnom i završnom dijelu retencije, te na polovici duljine.

Na revizijskim otvorima ugradit će se tipski okrugli lijevano željezni poklopci svijetlog otvora Ø 800 mm u okruglom okviru. Na poklopcima kanalizacijskih okana će biti izlivena riječ „KANALIZACIJA“ s logotipom KC Voda, u svemu prema predloženom uzorku od strane Naručitelja. Na revizijska okna ugradit će se tipski lijevano željezni poklopci s odgovarajućom klasom opterećenja prema EN 124.

Gornja razina poklopca bit će u ravnini s okolnim terenom. Nosivost poklopca određena je ovisno o prometnom opterećenju. Klase opterećenja prema EN 124. Na kolniku će se ugraditi poklopac klase opterećenja D 400, a na površinama predviđenim za pješački promet, promet biciklima i slobodnoj površini ugradit će se poklopac klase opterećenja A 15. Predviđeni su poklopci bez ventilacijskih rupa.

Radi sprječavanja izlaska neugodnih mirisa ugradit će se vodotjesni poklopci, te ventilacijske cijevi na početnom i završnom dijelu retencije, s ispunom od aktivnog ugljena. Ventilacija završava 4,0 m iznad površine terena.

Svi metalni dijelovi kao što su vodilice, lanci, sustav ventilacije i sl., izvest će se iz prokroma, zbog razornog utjecaja otpadne vode.

Pražnjenje retencije nakon kiše

Budući da su retencijske cijevi DN 2400 svojom visinom položene ispod nivelete glavnog kolektora, nije moguće gravitacijsko pražnjenje retencije.

Crpna stanica za pražnjenje retencije sastoji se od crpnog bazena koji je u sklopu prihvatne armirano betonske građevine i zasunskog okna izvedenog od GRP okna DN 2400, SN 10.

U okno crpnog bazena postavljene su dvije uronjene. Jedna crpka je radna, a jedna rezervna, u naizmjeničnom radu. Karakteristike 1 crpke su sljedeće:

- kapacitet: $Q = 50,0 \text{ l/s}$
- manometarska visina: $H_{\text{man}} = 7,5 \text{ m}$
- instalirana snaga: $P = 5 \text{ kW}$

U zasunskom oknu ugrađuju se armature s pripadnim fazonskim komadima.

U pokrovnu ploču crpnog bazena i zasunskog okna ugradit će se odgovarajući vodonepropusni poklopci od prokroma, adekvatnih dimenzije za potrebe održavanja objekta. Poklopac je opremljen gumenom brtvom, vijčanim zaključavanjem, zglobovom i plinskom oprugom (za olakšano otvaranje).

Oko crpne stanice izvest će se zaštitna ograda oko objekta, s ulaznim vratima. Predviđena je ugradnja ograde iz pocinčanog, plastificiranog, istegnutog čelika, a ugradit će se na temeljni betonski zidić visine 30 cm, odnosno na potporni zid. Ograda je visine 120 cm.

Ispiranje retencije

Predviđa se automatizirano ispiranje cijevne retencije, koristeći sabirni volumen ulaznog dijela od 21 m^3 , za svaku cijev DN 2400. Nakon prestanka kiše i pražnjenja retencije, otvara se elektromotorna zapornica, te se retencija najprije ispire zadržanim viškom dotoka. Potom se zapornica zatvara i aktivira se punjenje retencije vodom iz javne vodoopskrbne mreže. Nakon što se bazen za ispiranje napuni vodom zapornica se otvara, te se cijevi dodatno ispiru. Ispiranje pitkom vodom vršit će se automatizirano po potrebi, što će se procijeniti krajnji korisnik prilikom održavanja retencije.

Retencijske cijevi DN 2400 ispiru se naizmjenice, ne istovremeno, kako bi se nizvodno osigurao adekvatan volumen za prihvat količine od ispiranja. U tu svrhu završna cijev DN 2400 položena je u nagibu, te se cijevi spajaju na okomiti prihvatni crpni armirano betonski bazen dimenzija $12,15 \text{ m} \times 3,75$.

Preko planiranog nadzorno-upravljačkog sustava predviđeno je povezivanje retencijskog bazena s glavnim komandnim centrom nadležnog komunalnog društva. U centar će dolaziti podaci o radu crpki i visini vode u retenciji.

Za potrebe ispiranja retencijskog bazena nakon pražnjenja, predviđen je dovod vode od postojećeg vodovoda.

1.2.2. Procjena troškova gradnje

Procijenjeni troškovi izgradnje retencijskog bazena „Kaufland“ se ovom izmjenom i dopunom glavnog projekta ne mijenjaju.

Troškovi izgradnje retencijskog bazena „Kaufland“ u sklopu rekonstrukcije i dogradnje sustava odvodnje otpadnih voda na području aglomeracije Koprivnica, procijenjeni su na **6.479.000,00 kn.**

GLAVNI PROJEKTANT:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRADEVINARSTVA
mr.sc. Petar Marijan
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 999

mr.sc. Petar Marijan, dipl.ing.građ.

PROJEKTANT:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRADEVINARSTVA
Željka Veselić
mag. ing. aedif.
Ovlaštena inženjerka građevinarstva
G 5276

Željka Veselić, mag.ing.aedif.

Investitor: **Koprivničke vode d.o.o.**
Mosna ulica 15, 48 000 Koprivnica

Naziv zahvata u prostoru: **RETENCIJSKI BAZEN „KAUFLAND“**

Razina obrade: **IZMJENA I DOPUNA GLAVNOG PROJEKTA**

Oznaka projekta: **505-RBK/GP-D**

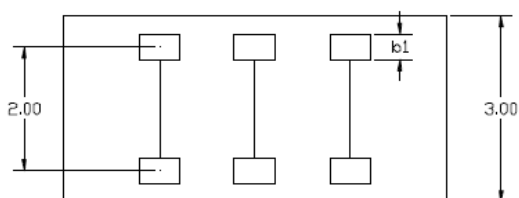
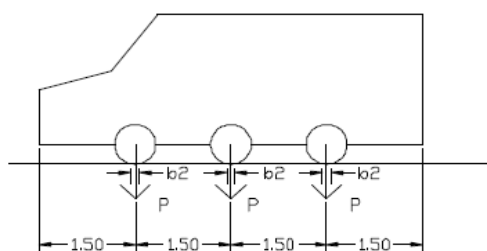
2. PROJEKT KONSTRUKCIJE

2.1. PRIHVATNI CRPNI BAZEN**2.1.1. AB PLOČA NAD PRIHVATNIM CRPNIM BAZENOM**

raspon	l_{eff}	3,5	m	
	h_{min}	11,87	cm	
	b	100		
beton	f_{ck}	30	N/mm ²	za C30/37
	γ_c	1,5		
	f_{cd}	2	kN/mm ²	
	f_{yk}	500	N/mm ²	B500B
armatura	γ_c	1,15		
	f_{yd}	43,48	kN/mm ²	
	f_{ctm}	0,29	za C30/37	
	ψ_2	0,6		

opterećenje

TIP MATERIJALA

nadsloj 6 kN/mm²vlastita težina 6,25 kN/mm²**stalno** 12,25 kN/mm²

Promjenjivo djelovanje (za tipsko vozilo V-300)

promjenjivo djelovanje 16,67 kN/mm²**POLJE**

Debljina ploče	h	25	cm
Zaštitni sloj	c	4	cm
Statička visina	$d = h - c - \varnothing/2$	20,6	cm

$M_g =$		6,25	kNm
$M_q =$		8,51	kNm
$M_{sd} =$	$1,35 \times M_g + 1,5 \times M_q =$	21,20	kNm

Dimenzioniranje :

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \times d^2 \times f_{cd}} = 0,025$$

$$\zeta = 0,978$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,00 \%$$

$$\varepsilon_{C2} = -1,30 \%$$

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \times d \times f_{yd}} = 1,99 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,min} = \frac{0,6 \times b \times d}{f_{yk}} = 2,47 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,min} = 0,0015 \times b \times d = 3,09 \text{ cm}^2/\text{m}' \quad \text{mjerodavno: } 3,09 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,max} = \frac{0,310 \times b \times d \times f_{cd}}{f_{yd}} = 29,38 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura:	donja zona	3,35	cm²/m'	Q-335
	gornja zona	3,35	cm²/m'	Q-335
	(promjer šipke	8,00	mm)	

LEŽAJ

$M_g =$		12,51	kNm
$M_q =$		17,02	kNm
$M_{sd} =$	$1,35 \times M_g + 1,5 \times M_q =$	42,42	kNm

$$V_g = 21,44 \text{ kN}$$

$$V_q = 29,17 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = 1,35 \times V_g + 1,5 \times V_q = \mathbf{72,70} \text{ kN}$$

Dimenzioniranje :

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \times d^2 \times f_{cd}} = 0,050$$

$$\zeta = 0,966$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,00 \quad \%$$

$$\varepsilon_{c2} = -2,00 \quad \%$$

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \times d \times f_{yd}} = 4,90 \quad \text{cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,min} = \frac{0,6 \times b \times d}{f_{yk}} = 2,47 \quad \text{cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,min} = 0,0015 \times b \times d = 3,09 \quad \text{cm}^2/\text{m}' \quad \text{mjerodavno: } 3,09 \quad \text{cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,max} = \frac{0,310 \times b \times d \times f_{cd}}{f_{yd}} = 29,38 \quad \text{cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura:	donja zona	3,35	cm²/m'	Q-335
	gornja zona	3,35	cm²/m'	Q-335
	(promjer šipke	8,00	mm)	

provjera nosivosti na poprečne sile

$$V_{sd} = 72,70 \quad \text{kN}$$

$$k = 1,6 - d = 1,39$$

$$\rho_1 = A_s/A_c = 0,00163$$

$$\tau_{Rd} = 0,034 \quad \text{za C30/37}$$

$$V_{Rd,1} = 123,51 \quad \text{kN}$$

$$\text{Ako je } V_{sd} = 72,70 < V_{Rd,1} = 123,51 \Rightarrow \text{presjek zadovoljava.}$$

GRANIČNA STANJA UPORABLJIVOSTI

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka ploče**- Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za kratkotrajno djelovanje ($t=0$)**

Sekantni modul elastičnosti betona:

$$E_{cm} = 9500 \times \sqrt[3]{f_{ct} + 8} = 31938,77 \text{ N/mm}^2$$

Omjer modula elastičnosti čelika i betona za $t=0$:

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,26$$

Koeficijenti armiranja:

$$\rho_I = A_{s1,prov} / (b \times h) = 0,00134$$

$$\rho_{II} = A_{s1,prov} / (b \times d) = 0,00163$$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka:

$$A_I = 0,007$$

$$B_I = 0,008$$

$$A_{II} = 0,010$$

$$B_{II} = 0,010$$

$$k_{xI} = 0,503$$

$$k_{xII} = 0,133$$

Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba poprečnog presjeka ploče:

$$y_{Ig} = 12,57 \text{ cm}$$

$$y_{Id} = 12,43 \text{ cm}$$

$$y_{IIg} = 2,74 \text{ cm}$$

Momenti tromosti poprečnog presjeka ploče:

$$I_0 = 130208,33 \text{ cm}^4$$

$$I_I = 131357,07 \text{ cm}^4$$

$$I_{II} = 7377,13 \text{ cm}^4$$

- Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za dugotrajno djelovanje ($t=\infty$)

$$A_c = b \times h = 2500 \text{ cm}^2$$

$$u = 200 \text{ cm}$$

$$\text{srednji polumjer } 2 \times A_c / u = 250 \text{ mm}$$

$$t = 28 \text{ dana}$$

$$\varphi(\infty, t_0) = 1,656$$

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(\infty, t_0)} = 1202,72 \text{ kN/cm}^2$$

$$\alpha_e = E_s/E_{c,eff} = 16,63$$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka:

$$A_I = 0,018$$

$$B_I = 0,022$$

$$A_{II} = 0,027$$

$$B_{II} = 0,027$$

$$k_{xI} = 0,507$$

$$k_{xII} = 0,207$$

Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba poprečnog presjeka ploče:

$$y_{Ig} = 12,68 \text{ cm}$$

$$y_{Id} = 12,32 \text{ cm}$$

$$y_{IIg} = 4,27 \text{ cm}$$

Momenti tromosti poprečnog presjeka ploče:

$$I_I = 133573,30 \text{ cm}^4$$

$$I_{II} = 17450,54 \text{ cm}^4$$

Statički moment ploštine smature

$$S_I = 26,54 \text{ cm}^3$$

$$S_{II} = 54,72 \text{ cm}^3$$

Proračun pukotina ploče u polju

- Minimalna površina armature za ograničenje širine pukotina u polju

$$M_{Sds} = M_q + \psi_2 \times M_q = 11,36 \text{ kNm}$$

$$z = d - y_{IIg} / 3 = 19,18 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{sd}}{A_{sI,pr} \times z} = 17,68 \text{ kN/cm}^2$$

$$M_{cr} = f_{ctm} \times b \times h^2 / 6 = 30,21 \text{ kNm}$$

Ako je $M_{Sds} < M_{cr}$ odabrana armatura što se tiče pukotina je u redu.
11,36 < 30,21

2.1.2. ZIDOVI PRIHVATNOG CRPNOG BAZENA

Stalno opterećenje:

- pritisak podzemne vode (max razina do 3,8 m ispod razine platoa)
 $4,00 \times 10,0 = 40,00 \text{ kN/m}^2$

raspon	l_{eff}	3,5	m	
	h_{min}	7,25	cm	
	b	100		
beton	f_{ck}	30	N/mm ²	za C30/37
	γ_c	1,5		
	f_{cd}	2	kN/mm ²	
	f_{yk}	500	N/mm ²	B500B
armatura	γ_c	1,15		
	f_{yd}	43,48	kN/mm ²	
	f_{ctm}	0,29		za C30/37
	ψ_2	0,6		

POLJE

Debljina zida	h	30	cm
Zaštitni sloj	c	3	cm
Statička visina	$d = h - c - \varnothing/2$	26,6	cm

$M_q =$		20,42	kNm
$M_q =$		0,00	kNm
$M_{\text{sd}} =$	$1,35 \times M_g + 1,5 \times M_q =$	27,57	kNm

Dimenzioniranje :

$$\mu_{\text{sd}} = \frac{M_{\text{sd}}}{b \times d^2 \times f_{\text{cd}}} = 0,019$$

$$\zeta = 0,982$$

$$\varepsilon_{\text{s1}} = 20,00 \%$$

$$\varepsilon_{\text{C2}} = -1,10 \%$$

$$A_{\text{s1}} = \frac{M_{\text{sd}}}{\zeta \times d \times f_{\text{yd}}} = 2,15 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{\text{s1,min}} = \frac{0,6 \times b \times d}{f_{\text{yk}}} = 3,19 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{\text{s1,min}} = 0,0015 \times b \times d = 3,99 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

mjerodavno: 3,99 cm²/m'

$$A_{s1,max} = \frac{0,310 \times b \times d \times f_{cd}}{f_{yd}} = 37,93 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

**Odabrana
armatura:**

	5,03	cm²/m'	Q-503
	5,03	cm²/m'	Q-503
(promjer šipke	8,00	mm)	

LEŽAJ

$$M_g = 81,68 \text{ kNm}$$

$$M_q = 0,00 \text{ kNm}$$

$$M_{sd} = 1,35 \times M_g + 1,5 \times M_q = \mathbf{110,27} \text{ kNm}$$

$$V_g = 70,00 \text{ kN}$$

$$V_q = 0,00 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = 1,35 \times V_g + 1,5 \times V_q = \mathbf{94,50} \text{ kN}$$

Dimenzioniranje :

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \times d^2 \times f_{cd}} = 0,078$$

$$\zeta = 0,949$$

$$\varepsilon_{s1} = 20,00 \%$$

$$\varepsilon_{C2} = -2,90 \%$$

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \times d \times f_{yd}} = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,min} = \frac{0,8 \times b \times d}{f_{yk}} = 3,19 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

mjerodavno: 3,99 cm²/m'

$$A_{s1,min} = 0,0015 \times b \times d = 3,99 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,max} = \frac{0,310 \times b \times d \times f_{cd}}{f_{yd}} = 37,93 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

**Odabrana
armatura:**

donja zona	5,03	cm²/m'	Q-503
gornja zona	5,03	cm²/m'	Q-503
(promjer šipke	8,00	mm)	

provjera nosivosti na poprečne sile

$$\begin{aligned}
 V_{sd} &= 94,50 \text{ kN} \\
 k = 1,6-d &= 1,33 \\
 \rho_1 = A_s/A_c &= 0,00189 \\
 \tau_{Rd} &= 0,034 \text{ za C30/37} \\
 V_{Rd,1} &= 153,90 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\text{Ako je } V_{sd} = 94,50 < V_{Rd,1} = 153,90 \Rightarrow \text{presjek zadovoljava.}$$

GRANIČNA STANJA UPORABLJIVOSTI**Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka****- Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za kratkotrajno djelovanje ($t=0$)**

Sekantni modul elastičnosti betona:

$$E_{cm} = 9500 \times \sqrt[3]{f_{ck} + 8} = 31938,77 \text{ N/mm}^2$$

Omjer modula elastičnosti čelika i betona za $t=0$:

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,26$$

Koeficijenti armiranja:

$$\begin{aligned}
 \rho_I &= A_{s1,prov} / (b \times h) = 0,00168 \\
 \rho_{II} &= A_{s1,prov} / (b \times d) = 0,00189
 \end{aligned}$$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka:

$$\begin{aligned}
 A_I &= 0,009 \\
 B_I &= 0,010 \\
 A_{II} &= 0,012 \\
 B_{II} &= 0,012 \\
 k_{xI} &= 0,504 \\
 k_{xII} &= 0,143
 \end{aligned}$$

Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba poprečnog presjeka:

$$\begin{aligned}
 y_{Ig} &= 15,12 \text{ cm} \\
 y_{Id} &= 14,88 \text{ cm} \\
 y_{IIg} &= 3,79 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Momenti tromosti poprečnog presjeka:

$I_0 =$	225000,00	cm ⁴
$I_I =$	228531,46	cm ⁴
$I_{II} =$	18202,83	cm ⁴

- Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za dugotrajno djelovanje ($t=\infty$)

$A_c =$	$b \times h =$	3000	cm ²
$u =$		200	cm
srednji polumjer	$2 \times A_c / u =$	300	mm
$t =$		28	dana
$\varphi(\infty, t_0) =$		1,633	

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(x, t_a)} = 1212,86 \text{ kN/cm}^2$$

$$\alpha_e = E_s / E_{c,eff} = 16,49$$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka:

$A_I =$	0.025
$B_I =$	0.028
$A_{II} =$	0.031
$B_{II} =$	0.031
$k_{xI} =$	0.510
$k_{xII} =$	0.220

Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba poprečnog presjeka:

$y_{Ig} =$	15.31	cm
$y_{Id} =$	14.69	cm
$y_{IIg} =$	5.86	cm

Momenti tromosti poprečnog presjeka:

$I_I =$	235219.78	cm ⁴
$I_{II} =$	42385.87	cm ⁴

Statički moment ploštine srmature

$S_I =$	56.78	cm ³
$S_{II} =$	104.30	cm ³

Proračun pukotina zida u polju

- Minimalna površina armature za ograničenje širine pukotina u polju

$$\begin{aligned}
 M_{Sds} &= M_g + \psi_2 \times M_q = 20.42 \text{ kNm} \\
 z &= d - y_{lg} / 3 = 24.65 \text{ cm} \\
 \sigma_s &= \frac{M_{sd}}{A_{sl,prov} \times z} = 16.47 \text{ kN/cm}^2 \\
 M_{cr} &= f_{ctm} \times b \times h^2 / 6 = 43.50 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Ako je M_{Sds} 20,42 < M_{cr} 43,50 odabrana armatura što se tiče pukotina je u redu.

Proračun progiba

- Provjera treba li proračunavati progib

$$\begin{aligned}
 \text{vitkost zida} \quad L_{eff} / d &= 13,16 \\
 f_3 &= 250 / \sigma_s = 1,52 \\
 f_3 &= \frac{400}{f_{yk}} \times \frac{A_{sl,prov}}{A_{sl,req}} = 1,87 \quad \text{mjerodavno: } 1,52 \\
 \text{granična vitkost} &= 37,94
 \end{aligned}$$

Vitkost zida = 13,16 < Granična vitkost zida = 37,94 \Rightarrow Proračun progiba nije potreban.

2.1.3. DNO PRIHVATNOG CRPNOG BAZENA

Stalno opterećenje:

- vlastita težina ploče $0,30 \times 25,0 = 7,50 \text{ kN/m}^2$
- pritisak podzemne vode (max razina do 3,8 m ispod razine platoa) $4,00 \times 10,0 = 40,00 \text{ kN/m}^2$

$$l_{eff} = 3,5 \text{ m}$$

raspon

h_{min}	11,87	cm
b	100	

beton	f_{ck}	30	N/mm ²	za C30/37
	γ_c	1,5		
	f_{cd}	2	kN/mm ²	
	f_{yk}	500	N/mm ²	B500B
armatura	γ_s	1,15		
	f_{yd}	43,48	kN/mm ²	
	f_{ctm}	0,29	za C30/37	
	ψ_2	0,6		

POLJE

Debljina ploče	h	30	cm
Zaštitni sloj	c	4	cm
Statička visina	$d = h - c - \varnothing/2$	25,6	cm

$M_g =$	24,24	kNm
$M_q =$	0,00	kNm
$M_{sd} =$	$1,35 \times M_g + 1,5 \times M_q =$	32,72 kNm

Dimenzioniranje :

$\mu_{sd} =$	$\frac{M_{sd}}{b \times d^2 \times f_{cd}} =$	0,025
$\zeta =$		0,978
$\epsilon_{s1} =$		20,00 %
$\epsilon_{C2} =$		-1,30 %

$A_{s1} =$	$\frac{M_{sd}}{\zeta \times d \times f_{yd}} =$	2,57 cm ² /m'
------------	---	--------------------------

$A_{s1,min} =$	$\frac{0,6 \times b \times d}{f_{yk}} =$	3,07 cm ² /m'
----------------	--	--------------------------

$A_{s1,min} =$	$0,0015 \times b \times d =$	3,84 cm ² /m'
----------------	------------------------------	--------------------------

$A_{s1,max} =$	$\frac{0,310 \times b \times d \times f_{cd}}{f_{yd}} =$	36,51 cm ² /m'
----------------	--	---------------------------

mjerodavno: 3,84 cm²/m'

Odabrana armatura:	donja zona	5,03	cm ² /m'	Q-503
	gornja zona	5,03	cm ² /m'	Q-503

(promjer šipke 8,00 mm)

LEŽAJ

$M_g =$		48,48	kNm
$M_q =$		0,00	kNm
$M_{sd} =$	$1,35 \times M_g + 1,5 \times M_q =$	65,45	kNm
$V_g =$		83,13	kN
$V_q =$		0,00	kN
$V_{sd} =$	$1,35 \times V_g + 1,5 \times V_q =$	112,23	kN

Dimenzioniranje :

$\mu_{sd} =$	$\frac{M_{sd}}{b \times d^2 \times f_{cd}} =$	0,050	
$\zeta =$		0,966	
$\varepsilon_{s1} =$		20,00	%
$\varepsilon_{C2} =$		-2,00	%
$A_{s1} =$	$\frac{M_{sd}}{\zeta \times d \times f_{yd}} =$	6,09	cm ² /m'
$A_{s1,min} =$	$\frac{0,6 \times b \times d}{f_{yk}} =$	3,07	cm ² /m'
$A_{s1,min} =$	$0,0015 \times b \times d =$	3,84	cm ² /m'
$A_{s1,max} =$	$\frac{0,310 \times b \times d \times f_{cd}}{f_{yd}} =$	36,51	cm ² /m'

mjerodavno: 3,84 cm²/m'

Odabrana armatura:	donja zona	5,03	cm ² /m'	Q-503
	gornja zona	5,03	cm ² /m'	Q-503
	(promjer šipke	8,00	mm)	

provjera nosivosti na poprečne sile

$V_{sd} =$	112,23	kN
$k = 1,6 - d =$	1,34	

$$\begin{aligned}\rho_1 &= A_s/A_c = & 0,00196 \\ \tau_{Rd} &= & 0,034 \quad \text{za C30/37} \\ V_{Rd,1} &= & 149,57 \quad \text{kN}\end{aligned}$$

$$\text{Ako je} \quad V_{Sd} = 112,23 < V_{Rd,1} = 149,57 \Rightarrow \text{presjek zadovoljava.}$$

GRANIČNA STANJA UPORABLJIVOSTI

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka ploče

- Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za kratkotrajno djelovanje ($t=0$)

Sekantni modul elastičnosti betona:

$$E_{cm} = 9500 \times \sqrt[3]{f_{ck} + 8} = 31938,77 \quad \text{N/mm}^2$$

Omjer modula elastičnosti čelika i betona za $t=0$:

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,26$$

Koeficijenti armiranja:

$$\rho_I = A_{s1,prov} / (b \times h) = 0,00168$$

$$\rho_{II} = A_{s1,prov} / (b \times d) = 0,00196$$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka:

$$A_I = 0,009$$

$$B_I = 0,010$$

$$A_{II} = 0,012$$

$$B_{II} = 0,012$$

$$k_{xI} = 0,504$$

$$k_{xII} = 0,145$$

Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba poprečnog presjeka ploče:

$$y_{Iq} = 15,11 \quad \text{cm}$$

$$y_{Id} = 14,89 \quad \text{cm}$$

$$y_{IIq} = 3,71 \quad \text{cm}$$

Momenti tromosti poprečnog presjeka ploče:

$$I_0 = 225000,00 \quad \text{cm}^4$$

$$I_I = 227948,83 \quad \text{cm}^4$$

$$I_{II} = 16795,01 \quad \text{cm}^4$$

- Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za dugotrajno djelovanje ($t=\infty$)

$$\begin{array}{lll} A_c = & b \times h = & 3000 \text{ cm}^2 \\ u = & & 200 \text{ cm} \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{srednji polumjer} & 2 \times A_c / u = & 300 \text{ mm} \\ t = & & 28 \text{ dana} \\ \varphi(\infty, t_0) = & & 1,633 \end{array}$$

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(\infty, t_q)} = 1212,86 \text{ kN/cm}^2$$

$$\alpha_e = E_s / E_{c,eff} = 16,49$$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka:

$$\begin{array}{ll} A_I = & 0,024 \\ B_I = & 0,028 \\ A_{II} = & 0,032 \\ B_{II} = & 0,032 \\ k_{xI} = & 0,510 \\ k_{xII} = & 0,224 \end{array}$$

Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba poprečnog presjeka ploče:

$$\begin{array}{ll} y_{Iq} = & 15,29 \text{ cm} \\ y_{Id} = & 14,71 \text{ cm} \\ y_{IIq} = & 5,74 \text{ cm} \end{array}$$

Momenti tromosti poprečnog presjeka ploče:

$$\begin{array}{ll} I_I = & 233533,70 \text{ cm}^4 \\ I_{II} = & 39018,77 \text{ cm}^4 \end{array}$$

Statički moment ploštine srmature

$$\begin{array}{ll} S_I = & 51,88 \text{ cm}^3 \\ S_{II} = & 99,90 \text{ cm}^3 \end{array}$$

Proračun pukotina ploče u polju

- Minimalna površina armature za ograničenje širine pukotina u polju

$$\begin{aligned}
 M_{Sds} &= M_g + \psi_2 \times M_q = 24,24 \text{ kNm} \\
 z &= d - y_{lg} / 3 = 23,69 \text{ cm} \\
 \sigma_s &= \frac{M_{sd}}{A_{s1,prov} \times z} = 20,35 \text{ kN/cm}^2 \\
 M_{cr} &= f_{ctm} \times b \times h^2 / 6 = 43,50 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Ako je M_{Sds} 24,24 < M_{cr} 43,50 odabrana armatura što se tiče pukotina je u redu.

Proračun progiba**- Provjera treba li proračunavati progib**

$$\begin{aligned}
 \text{vitkost ploče } L_{eff} / d &= 13,67 \\
 f_3 &= 250 / \sigma_s = 1,23 \\
 f_3 &= \frac{400}{f_{yk}} \times \frac{A_{s1,prov}}{A_{s1,req}} = 1,57 \\
 \text{granična vitkost} &= 30,72
 \end{aligned}$$

mjerodavno: 1,23

Vitkost zida = 13,67 < Granična vitkost zida = 30,72 \Rightarrow Proračun progiba nije potreban.

GLAVNI PROJEKTANT:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
 mr.sc. Petar Marijan
 dipl. ing. građ.
 Ovlašteni inženjer građevinarstva
 G 999

mr.sc. Petar Marijan, dipl.ing.građ.

PROJEKTANT:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
 Željka Veselić
 mag. ing. aedif.
 Ovlaštena inženjerka građevinarstva
 G 5276

Željka Veselić, mag.ing.aedif.