

## 1.0 TEHNIČNO POROČILO – SZ TREBUŠNICA faza IDZ

### 1.0 SPLOŠNO

#### Predvideni poseg v prostor

Na območju pod SZ je urbanizirano območje Velenja, ki je bilo v preteklih poplavah poplavljenno ravno zaradi vode, ki je prelivala iz Trebušnice.

V okviru IDZ se bo podalo ustrezna izhodišča kako zmanjšati poplavno nevarnost in podati potrebne podatke za sanacijo obstoječega zadrževalnika s predvidenimi ukrepi in ureditvami na območju delovanja suhega zadrževalnika Trebušnica.

Lokacija zadrževalnika je ob levi strani Celjske ceste, cesta Celje - Velenje, na vodotoku Trebušnice med dvema že pozidanimi industrijsko trgovskimi conami in to med odcepom ulice Koželjskega in Žarove ceste.

*Situacij zadrževalnika Trebušnica.*



Predmetna dokumentacija obravnava projekt idejne zasnove (IDZ) rekonstrukcije suhega zadrževalnika Trebušnica. Potrebno je zadržati visoke vode Trebušnice v suhem zadrževalniku pred Velenjem ter s tem zagotoviti poplavno varnost na omenjenem območju. Glavni namen zadrževalnika je zmanjšanje visokovodnega vala in s tem zmanjšanje pretočnih količin Trebušnice na dolvodni strani pregrade.

## 2.0 OSNOVE ZA IZDELAVO PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

### 2.1 Geodetske podloge

Za potrebe izdelave projektne dokumentacije se je izdelal geodetski načrt – GN za območje suhega zadrževalnika Trebušnica, vključno z geodetskim posnetkom obstoječega stanja.

Parcele na območju predvidenih ukrepov zadrževalnika, obratovalnega monitoringa in prestavitvi komunalnih vodov so zbrane v spodnji tabeli. Parcele so določene informativno – faza IDZ. :

3588/40; 3241/16, 3241/15, 3241/14, 3241/17, 3600/33, 3253/51, 3600/34, 3600/36, 3600/35, 3253/52, 3600/37, 3241/13, 3600/38, 3241/11, 3241/12, 3600/39, 3253/53, 3253/54, 3404/4, 3404/5 - k.o. Velenje (964)

#### 2.1.1 Geološke in hidrološke raziskave

V sklopu predhodnih del so se izdelale geološko geomehanske in hidrološke raziskave za potrebe dimenzioniranja objektov suhega zadrževalnika, ki pa so bile izdelane pomanjkljivo tako da bo za dokončno rešitev potrebno naknadno izdelati dodatne natančne meritve s poročilom ki se bo upoštevalo pri sami sanaciji nasipa pregrade.

### 2.2 Hidrološko - hidravlična analiza - *povzetek*

V predhodni študijah so že bile narejene hidrološke študije območja. Zaradi pridobljenih novih podatkov od leta za padavinsko postajo Velenje je bila narejena ponovna hidrološka analiza. Hidrološki model je bil narejen s pomočjo programa HEC-HMS.

Osnovno analizo delovanja SZ smo izvedli v programu HEC HMS. V hidrološki model so dodani hidrološki elementi rezervoar in mu predpisali karakteristike, upoštevano je tudi delovanje zapornice. Na podlagi analize volumna zadrževanja so pripravljene karakteristike elementa rezervoarja v modelu.

**Za obstoječe stanje** je predpisan neomejen pretok do 15 m<sup>3</sup>/s nato pa stalni pretok 15 m<sup>3</sup>/s do višine prelivnega robu na prelivnem jašku na koti 396,5 m.n.m.. Nato pa povečanja pretoka čez preliv s pomočjo osnovne enačbe za pretok čez prelivni rob. Dolžina prelivnega roba na objektu je zmerjena 11,6 m, vendar del pretočnega preseka zapolnjuje kovinska mreža. Za simulacijo smo tako vzeli dolžino prelivnega robu na jašku 10 m. Koeficient preliva smo vzeli 0,6.

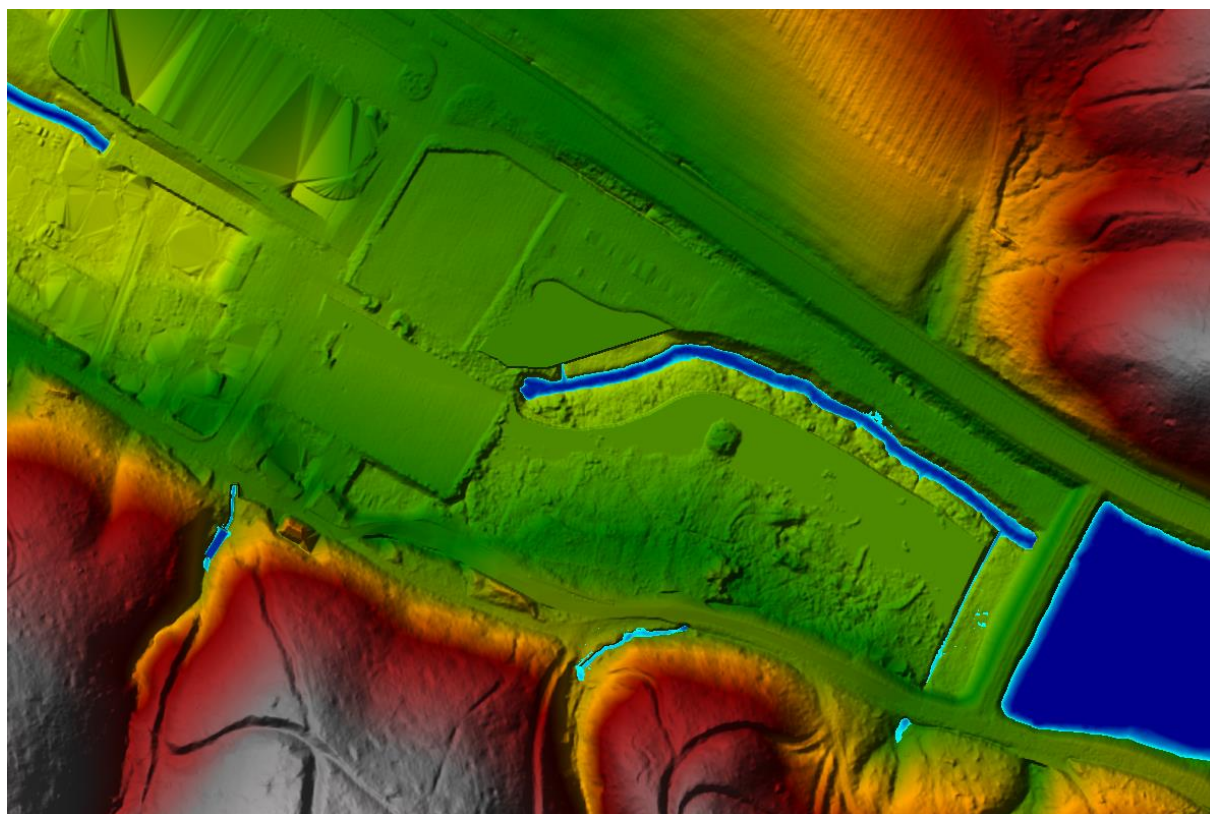
$$Q = \frac{2}{3} C_d b \sqrt{2 * g} h_p^{\frac{3}{2}}$$

C<sub>d</sub>...koeficient prelivanja  
b...dolžina prelivnega robu  
H<sub>0</sub>..višina zgornje vode

**Za predvideno stanje** se je s pomočjo simulacij iskal najmanjši možni pretok, brez prelivanja čez prelivni objekt pri Q100. Simulacije so kot najmanjši še varni pretok podale pretok **6 m<sup>3</sup> /s**. Najbolj kritična situacija se pojavi pri padavinskem dogodku s 3 urnim trajanjem, kjer voda za pregrado doseže koto 396,2 m.n.m. Pri 3 urnih padavinah je maksimalni dotok nad pregrado 16,9 m<sup>3</sup>/s, volumen vala pa je 47,8 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup> in to je najbolj kritično trajanje padavin ob iztoku 6m<sup>3</sup>/s.

Preglednica: Modeliranje rezervoarja rezultati simulacij padavinskih dogodkov z različnim trajanjem padavin.

Čas konice hidrograma	Maksimalni pretok	Maksimalna kota vode za zadrževalnikom	Maksimalni zadržani volumen
[min]	[m <sup>3</sup> /s]	[m.n.m.]	[10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ]
60	22.8	395.5	36.8
120	19.2	395.9	43
<b>180</b>	<b>16.9</b>	<b>396.2</b>	<b>47.8</b>
240	15.3	396.1	45.4
360	10.5	395	30.3
720	8.4	394.3	19.4
1440	6	393.1	1



Prikaz rezultatov hidravličnega izračuna pri pretoku Q100 za predvideno stanje.

V spodnji preglednici so zbrani podatki o poplavnih vodah za predvideno stanje ob izvedbi vseh predvidenih ukrepov.

Preglednica: hidravlične karakteristike modela za Q100 predvideno.

Maksimalne kote	Q10		Q100		Q500	
ime profila	Pretok [m <sup>3</sup> /s]	Nivo vode [m.n.m.]	Pretok [m <sup>3</sup> /s]	Nivo vode [m.n.m.]	Pretok [m <sup>3</sup> /s]	Nivo vode [m.n.m.]
Nad SZ	9.25	394.2	16.9	396.4	23	396.6
Pod SZ	6	392.3	6	392.3	16.6	393.1

### Optimizacija delovanja SZ

Optimizacija delovanja SZ je nujno potrebna. Samo z optimizacijo delovanja se poplavna nevarnost dolvodno od SZ močno zmanjša. Na podlagi hidravličnega modeliranja predlagamo izpuščanje maksimalnega pretoka 6 m<sup>3</sup>/s iz SZ, ki ga dolvodni odsek vodotoka prevaja. Za potrebe delovanje je nujno potrebno izvesti avtomatizacijo delovanja zapornice. Vgraditi je potrebno merilno napravo, ki bo na podlagi podatkov v realnem času narekovala delovanje zapornice.

Že opravljene geodetske meritve so potrdile opažanja na terenskem ogledu, da se je krona pregrade posedla. V hidravličnem modelu obstoječega stanja se je uporabila višina pregrade na podlagi LIDAR posnetka iz leta 2020. Za ustrezno delovanje je potreben dvig krone pregrade nazaj na projektirano koto 397.5 m.n.m.

Nov preliv smo dimenzionirani s pomočjo enačbe preлива in nato preskusili delovanje v hidravličnem modelu. Koto začetnega prelivanja smo določili na 396,4 m.n.m.. Prelivna enačba je podala primerno širino preлива 20 m pri globini vode 0,9 m. Takšna širina preлива omogoča varno prelivanje pretoka Q500 48 m<sup>3</sup>/s ob nedelovanju obstoječega prelivnega objekta in hkrati zagotavlja, da pregrada ni prelita čez projektirano koto 397,5. Prelivni objekt se lahko dimenzionira z zapornico in drugimi dimenzijami.

### Hidravlični izračun Q5000

Za potrebe varnosti pregrade smo izračunali pretok za padavinski dogodek s 5000 letno povratno dobo. V hidravličnem modelu smo predpostavili nedelovanja trenutnega prelivnega objekta, saj obstaja možnost, da ob takšnem nalivu plavje in plavine lahko onemogočile njegovo delovanje.



## SUHI ZADRŽEVALNIK - SZ Trebušnica

### 3.0 Pregrada - Lokacija

Lega obstoječega suhega zadrževalnika SZ Trebušnica je južno od naselja Velenja ob cesti Celje – Velenje. Rekonstrukcija zadrževalnika ostane na obstoječi lokaciji na vodotoku Trebušnica. Prikaz obravnavane lokacije je razviden na spodnji sliki 2.

Lega SZ Trebušnica



### 3.1 Trenutno stanje

Iz ogledov na terenu, meritev in podatkov zbrane predhodne dokumentacije so bile identificirane spremembe na nasipu pregrade in dotrajanost ter nefunkcionalnost obstoječega objekta zadrževalnika. Vidno je, da se je krona pregrade posedla za ca 30-50cm. Ker bo dolžina varnostnega preliva večja in v sklopu novega objekta, obstoječi objekt ne ustreza predvidenim rešitvam in se ga zamenja.

Obstoječi zapornični objekt zadrževalnika Trebušnica



### 3.2 Opis problematike

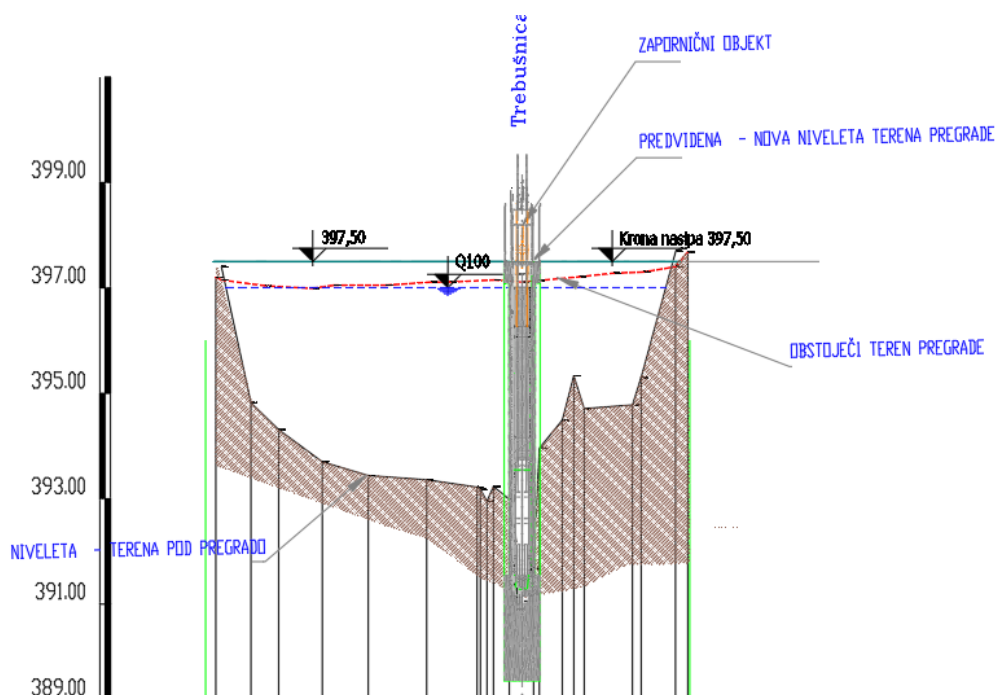
V okviru projekta smo predvideli ureditev poplavne nevarnosti s spreminjanjem obratovanja SZ Trebušnica. Obstoječi SZ Trebušnica je bil projektiran v podjetju HIDROSVET (PGD 2010, PID 2011).

S pomočjo LIDAR posnetka je ugotovljeno, da je zadrževalni volumen SZ veliko večji od projektnega volumna z leta 2010. Zadrževalni volumen na podlagi LIDAR posnetka (Lidar iz leta 2020 v okviru HHS) je pri projektni načrtovani koti prelivanja čez prelivni objekt 396,5 m.n.m. ocenjen na  $47 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ . V dokumentaciji 2010 je bil zadrževalni volumen ocenjen na  $20 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ .

Spodnji robni pogoj je pretočna zmožnost večjega prepusta Trebušnice pod Velenjem, katera je bila ocenjena leta 2013 na  $13 \text{ m}^3/\text{s}$  v okviru (Izračun maksimalne prevodnosti kanaliziranega dela Trebuše, strokovne podlage, Hidrosvet d.o.o, marec 2015).

Na podlagi zgornjih karakteristik se je s pomočjo program HEC HMS in HEC RAS predlagalo spremembo obratovanja SZ Trebušnica. Maksimalni pretok pri Q100 se iz SZ zmanjša iz ca  $23 \text{ m}^3/\text{s}$  (oz  $16.9 \text{ m}^3/\text{s}$  v primeru vala z največjim volumnom) na  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Uredi se meritev gladine in obratovanje zapornice. Izvedele se dvig posedle krone pregrade na projektno koto 397,5 m.n.m.. Predvidena je izvedbe novega zaporničnega objekta s prelivnimi polji.

*VZD pregrade - Odstopanje terena pregrade od projektirane kote 297,50m.n.v.*



### 3.3 SZ TREBUŠNICA

#### 3.3.1 Rekonstrukcija zaporničnega objekta

Predlaga se rekonstrukcija obstoječega zadrževalnika s spremembo obratovanja pretokov SZ Trebušnice preko objekta glede na nove izsledke HHA in ne funkcionalnosti obstoječega

zaporničnega objekta. Izvede se dvig posedle krone pregrade na projektno koto 397,5 m.n.m. Predvidena je izvedba novega zapornično - prelivnega objekta na pregradi. Vzporedno se uredi monitoring meritev gladine in obratovanje zapornice.

Med terenskim ogledom in iz zadnje meritve geodetov so izmerili posedek krone pregrade. Posedek pregrade na desni strani znaša nad 0,5 m. Posedek je izven pričakovanih vrednosti v PGD (2010). Dodatno se je ugotovilo iz PIDa, da se v pregradi ni izvedlo glinenega jedra, ampak se je uporabil okoliški material, katerega geomehanske karakteristike so bile opisane v Geološko geomehanskim poročilu priloženemu PIDu (Geosvet, 2011).

Potrebno je naročiti dopolnitev geomehanskega poročila z meritvami, ki bi podalo trenutno stanje pregrade. Na podlagi poročila se bo nastopilo k sanaciji zemeljskega nasipa pregrade ter dviga krone pregrade oziroma popravkov na obstoječo koto 397,50 m.n.v.

Predvidena krona pregrade bo na koti 397,50 m.n.v. Maksimalna gladina v zadrževalnem bazenu pri Q100 je na koti 396,40 m.n.v.

Z izgradnjo nasipa bi ustvarili zadrževalni prostor visoki voda » SZ Trebušnica«. Sam nasip je prilagojen obstoječim terenskim razmeram in smotrno umeščena v prostor tako, da v čim manjši meri vizualno in funkcionalno vpliva na okolico. Nasip poteka prečno na dolinski profil in vodotok.

Osrednji del pregrade s sredinskim vtočno - iztočnim delom pregrade poteka pravokotno na Trbušnico in na cesto Celje - Velenje. Varnostni preliv za visoke vode s povratno dobo Q5000 je dolžine cca 20 m, kar je štiri polja širine 5 m, ki se nahaja do ene polovice levo in desno od zaporničnega objekta.

Brežine dela nasipa pregrade so v naklonu 1:2, so humusirane in zatravljene. Na vodni strani pregrade je predvidena servisna pot širine 3 m, ki ima istočasno funkcijo kot dovozna pot do zemljišč v zaplavnem območju pregrade. Po kroni nasipa poteka servisna cesta za servisiranje in vzdrževanje tako pregrade kot zapornic pregrade. Širina te ceste je 3 m s tem, da je širina krone nasipa 4m.

Zaledne vode se stekajo v obstoječi vodotok in jarke ob nasipu ter so speljane v vodotok.

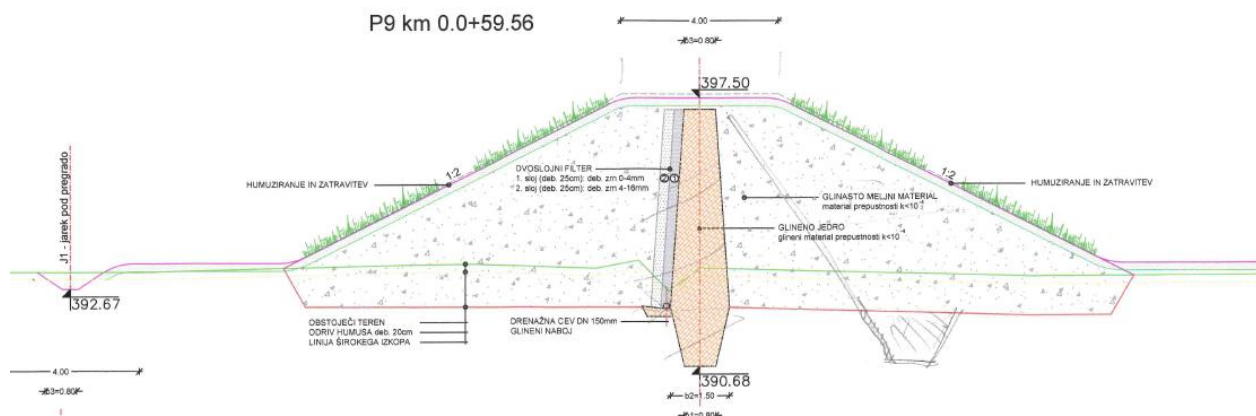
### **3.3.2 Elementi zadrževalnika:**

- kota maksimalne gladine  $Q_{100}$  – 396,40
- kota maksimalne gladine  $Q_{500}$  – 396.80
- volumen zadrževalnika pri Q100  $V = 47.8 [10^3 m^3]$
- varnostna višina nad Q 500 = 0,70m
- dolžina nasipa je cca 90 m z naklonom brežin 1:2
- maks. dotok pri Q100 v SZ =  $23 m^3/s$
- iztok Q100 v SZ =  $6 m^3/s$
- zapornični objekt – tablaste zapornice 3,60 x 2,20m
- Maksimalni pretok pri Q100 iz SZ se lahko zmanjša na  $6 m^3/s$

### **Karakteristični prerez nasipa**

- naklon brežin nasipa na zračni in vodni strani je 1:2
- širina krone nasipa pregrade je 4,00 m, širina servisne poti 3,00m
- na vodni strani ob nožici nasipa je predvidena servisna cesta širine 3 m

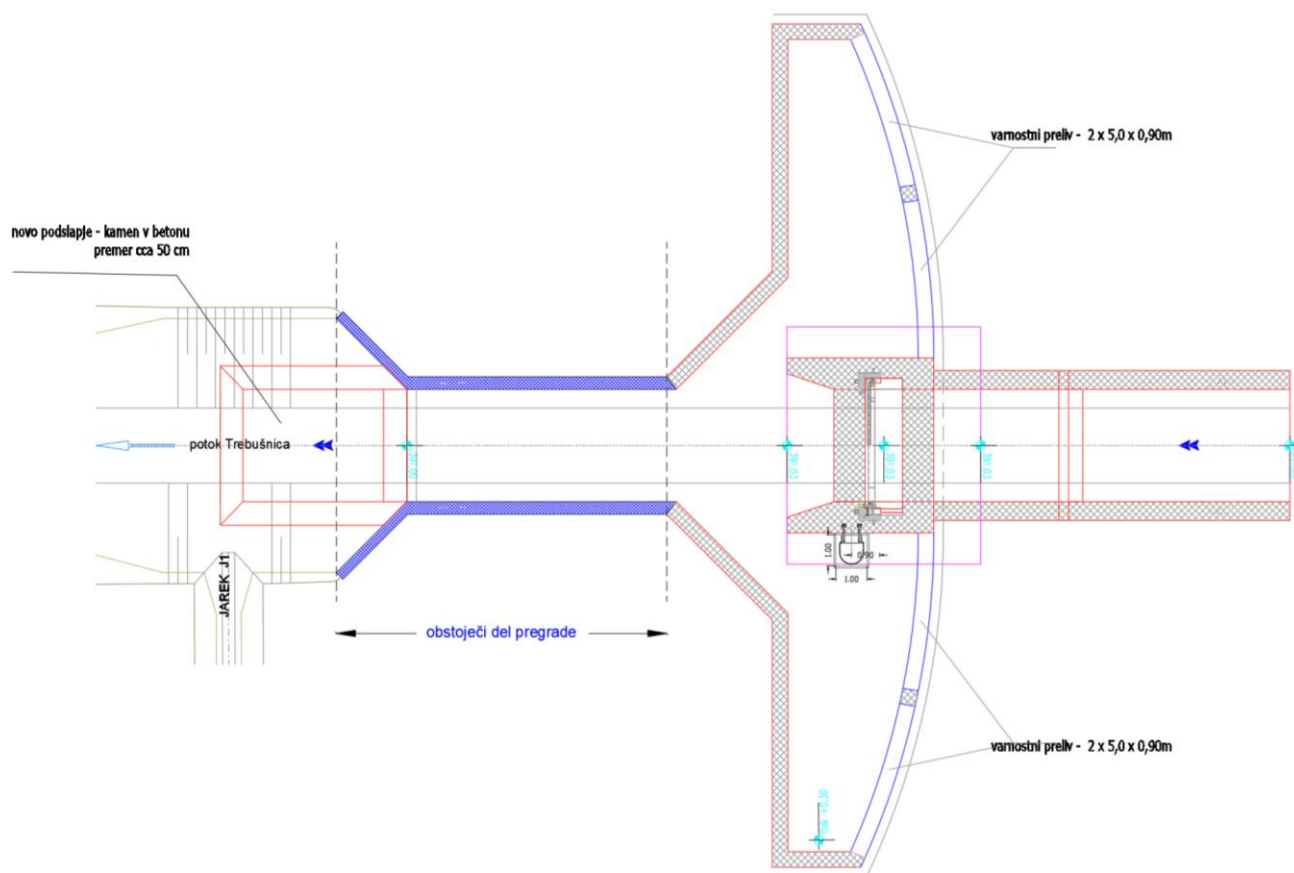
Karakteristični profil pregrade SZ Trebušnica (Hidrosvet, PGD, 2010) v nadaljevanju se je izvedlo pregrado brez jedra (Hidrosvet, PID, 2011)



### 3.2 Zapornični objekt in talni izpust

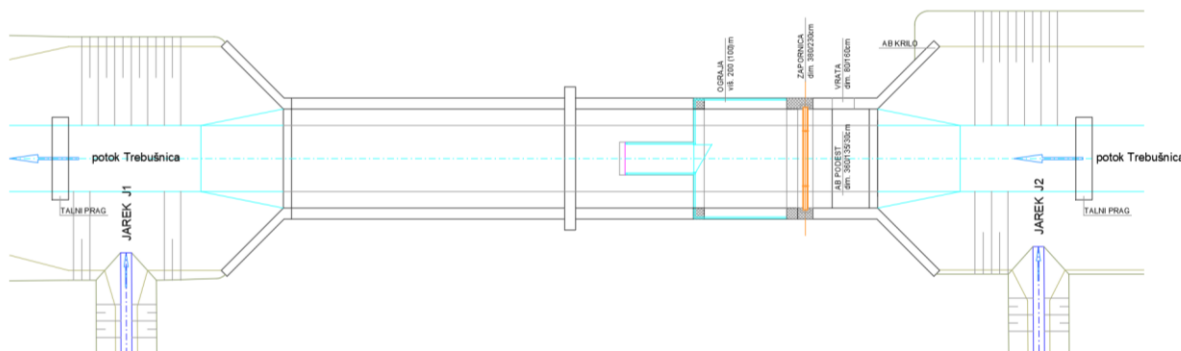
Novi objekt je prilagojen hidravličnim ugotovitvam. Objekt je predviden za regulacijo zadrževanja visokega vala, optimalno obratovanje in zagotavljanje varnosti pred prelivanjem pregrade. Objekt je armirano - betonska konstrukcija z vgrajeno hidromehansko opremo. Projektiran je tako, da je pri normalnih odtočnih razmerah ter odprtih zapornicah možen odtok vode brez zaježitve.

*Tloris novega zaporničnega objekta SZ Trebušnica*





### *Tloris - obstoječi zapornični objekt SZ Trebušnica*



Vtočni del objekta je nov in se navezuje na obstoječi iztočni del obstoječega objekta. Oblikovno je sprednji del bolj razširjen za prelivne odprtine s tem, da se sedaj bolj zlije z okolico tako, da je manj opazen kot obstoječi objekt. Kote vtoka in iztoka so tudi na obstoječi koti objekta. Spremenjen je sprednji vtočni del z varnostnimi preliv. Dimenzije vtočnega in iztočnega dela objekta ostanejo enake širine kot prvotni objekt – notranjega prereza 3,60 x 2,20 m.

Vtočni del objekta dimenzije 3,60 x 2,20m pred katerim so predvidene grobe grablje za zadrževanje plavja v naklonu 75°. Svetla odprtina izpusta za nasipom pregrade je 3,60 x 2,20 m, v osrednjem delu je predviden zapornični del v katerem je nameščena kotalna zapornica svetle odprtine 3,60 x 2,20 m. Na iztoku se izvede novo poglobljeno podslapje za umirjevanje pretoka.

Na vrhu nasipa je predvidena izvedba platoja na katerem bo tudi oprema za upravljanje z agregatom za rezervno napajanje, ki bo pod nadstreškom. Lahko pa se ga prestavi levo ali desno od pregrade.

Po celotni dolžini talnega izpusta je predvidena poglobitev 0,25m v širini 2,0 m za prehod rib in vodnih organizmov. Ta poglobitev bo omogočala stalni pretok, tudi ob sušnih pretokih.

### **3.3 Varnostni preliv**

Varnostni preliv je predviden za primer ob nastopu katastrofalno visokih voda, vode nad Q 100 pa vse do Q 5000 letne vode. Visoke vode se odvajajo levo in desno od zaporničnega objekta preko štiri (4) odprtine dimenzije 5,0m x 0,9m. Skupna dolžina preliva je cca 20m in sicer na koti Q100 = 396,40 m.n.v. to je 1.10 m pod vrhom nasipa.

### **3.4 Hidromehanska oprema**

Predvidena je vgradnja naslednje hidromehanske opreme:

- kotalna zapornica dimenzije 3,60m x 2,2m (1 kom)
- grobe rešetke na vtoku na medsebojni razdalji 1,0m
- vodila
- prekritje niše
- dvižni pogon
- elektrooprema

### **3.5 Sitem krmiljenja – obratovalni monitoring**

Na samem objektu SZ Trebušnica je predviden lokalni center vodenja – objekt za upravljanje. Predvideno je ročno upravljanje ter upravljanje s pomočjo daljinskega krmiljenja iz CNS (centralni nadzorni sistem). Predvidena je vsa opremo, ki omogoča predvidena upravljanja. Predvidena bodo tudi merska mesta za spremljanje gladin nad in pod SZ Trebušnico, meritve pretokov, temperature zraka in vode.

Načrtovan bo ustrezni monitoring za spremljanje hidrološko-hidravličnih razmer, da bo možno upravljati z zapornicami kar se da optimalno. Lokacija merskih mest bo pred vtokom v objekt, ob zapornici ter eno mersko mesto za iztokom iz objekta.

### **3.6 Ceste in poti**

Servisne poti potekajo kod do sedaj s tem, da se izvede nova servisna pot na vodni strani zaporničnega objekta preko zaporničnega objekta do pete objekta. Namen te poti je servisiranje objekta, odstranjevanje plavja z rešet na vtoku na zapornico ter sam dostop do zemljišč znotraj zaplavnega prostora. Širina vzdrževalnih poti pod pregrado bo 3m. Pot po kroni pregrade za vzdrževanje nasipa in zapornega objekta bo tudi širine 3 s tem, da je širina krone nasipa 4m. V sklopu načrtovanja ZS ostane tudi priključek na glavno cesto Celje - Velenje.

### **3.7 Predvidene ureditve na vodotoku Trebušnica**

Ureditev vodotoka Trbušnica v zaplavnem prostoru ni predvidena in se ohranja v obstoječem stanju. Ureditve so predvidene samo na območju zaporničnega objekta oziroma talnega izpusta tako, da se vtok prilagodi no konstrukcijo vtočnega objekta. Da zagotovimo neoviran prehod vodnih organizmov tudi ob nizkih pretokih Trebušnice je v talnem delu zaporničnega objekta predvidena poglobitev (2.0m / 0,25m), ki bo izvedena s kamnom v betonu.

### **3.8 Komunalni vodi – predstavitve in zaščite**

Območje suhega zadrževalnika Trebušnica prečijo komunalni vodi kanalizacije, vodovoda, elektroinstalacije in vodi telekomunikacije, ki jih bo potrebno ustrezno sanirati oziroma prestaviti skladno s pridobljenimi projektnimi pogoji. Ostale možne komunalne vode znotraj zaplavnega prostora bo potrebno zaščititi po navodilih upravljalca posameznega komunalnega voda.

Projektno bo potrebno predvideti vse ukrepe tako, da bo zagotovljeno varno delovanje in vzdrževanje zadrževalnika servisnih poti, kanalizacijskega omrežja in ostalih komunalnih vodov.

*Sestavil:*

*Zvone Mikloška inž. kom*