



OBČINA
BREŽICE

Projekt za izvedbo

ŠT.:	NAČRT:	ŠT. NAČRTA:
3	NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI	IBBRBK-7G/01

Iztočni odsek kajakaške steze Brežice

NOVA GRADNJA



ŠT. PROJEKTA:	ŠT. MAPE:	KRAJ IN DATUM:
IBBRBK-D468/009	IBBRBK-7G/M01	Ljubljana, november 2016

NASLOVNA STRAN NAČRTA

Načrt: 3 NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI

Investitor: OBČINA BREŽICE
CESTA PRVIH BORCEV 18, 8250 BREŽICE

Objekt: Iztočni odsek kajakaške steze Brežice

Vrsta dokumentacije: Projekt za izvedbo

Za gradnjo: NOVA GRADNJA

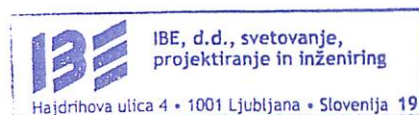
Projektant: IBE, d.d., svetovanje, projektiranje in inženiring
Hajdrihova ulica 4, 1001 Ljubljana
Tel.: +386 1 477 61 00, faks: +386 1 251 05 27, projekti@ibe.si, www.ibe.si

Glavni direktor:
mag. Uroš Mikoš, univ. dipl. inž. str.

Podpis:

Datum: 29 -11- 2016

Žig podjetja:



Odgovorni projektant:
Krešimir Kvaternik, univ. dipl. inž. grad.

Podpis:

Enotni žig
z id. številko:

KREŠIMIR KVATERNIK
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-0094

Odgovorni vodja projekta:
Krešimir Kvaternik, univ. dipl. inž. grad.

Podpis:

Enotni žig
z id. številko:

KREŠIMIR KVATERNIK
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-0094

Številka projekta:
IBBRBK-D468/009

Številka načrta:
IBBRBK-7G/01

Številka izvoda:

5

Ljubljana, november 2016

Drugi sodelavci:

Bojan Orel, univ. dipl. inž. grad.

Karmen Bizjak, grad. teh.

Igor Kastelic, grad. teh.

Janko Gačnik, grad. teh.

Blaž Guzelj, grad. teh.



V skladu s Pravilnikom o kontroli projektov je bila imenovana komisija za kontrolo projekta. Kontrola projekta v skladu s sistemom vodenja kakovosti IBE d.d. je bila opravljena.

Predsednik komisije za kontrolo projekta:

Breda Jamšek, univ. dipl. inž. grad.

Datum:2.9.-11- 2016.....

Podpis: *Breda Jamšek*.....

Označevanje dokumentacije po internem standardu IBE d.d.:

Številka projekta: IBBRBK-D468/009

Številka načrta: IBBRBK-7G/01

Številka mape: IBBRBK-7G/M01

KAZALO VSEBINE NAČRTA

Načrt: 3 NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI

Številka projekta: IBBRBK-D468/009

Vrsta dokumentacije: Projekt za izvedbo

Številka načrta: IBBRBK-7G/01

Št.:	Dokument:	Id. oznaka:	Strani:
Št. mape: IBBRBK-7G/M01			
3.1	Naslovna stran načrta		
3.2	Kazalo vsebine načrta		
3.4	Tehnično poročilo		
	1. Tehnično poročilo	IBBRBK-7G1001	11
	2. Statični izračun	IBBRBK-7G1002	19
	3. Popis del	IBBRBK-7G2001	7
3.5	Risbe		
	1. Situacija Karakteristični prerez A in B	IBBRBK-7G4001 ✓	1
	2. Odvodni kanal KK steze Vzdolžni profil	IBBRBK-7G4002 ✓	1
	3. Iztok Kajak-Kanu steze, Tloris in prerez	IBBRV--7G4056 ✓	1
	4. Iztok Kajak-Kanu steze, Prerez	IBBRV--7G4057 ✓	1
	5. Priprava za križanje KK steze s PzVo - Sifon Tloris - Opažna risba	IBBRBK-7G8001 ✓	1
	6. Priprava za križanje KK steze s PzVo - Sifon Tloris in prerez - Opažna risba	IBBRBK-7G8002 ✓	1
	7. Priprava za križanje KK steze s PzVo - Sifon Prerez - Opažna risba	IBBRBK-7G8003 ✓	1
	8. Priprava za križanje KK steze s PzVo - Sifon Prerez - Opažna risba	IBBRBK-7G8004 ✓	1
	9. Priprava za križanje KK steze s PzVo - Sifon Detajli	IBBRBK-7G8005 ✓	1
	10. Priprava za križanje KK steze s PzVo - Sifon Vgradni in montažni kovinski deli	IBBRBK-7G8006 ✓	1

Št.:	Dokument:	Id. oznaka:	Strani:
11.	Priprava za križanje KK steze in PzVo - Sifon Tlorisi Armaturna risba	IBBRBK-7G7001 ✓	1
12.	Priprava za križanje KK steze in PzVo - Sifon Prerezi P1, P2, P3 Armaturna risba	IBBRBK-7G7002 ✓	1
13.	Priprava za križanje KK steze in PzVo - Sifon Prerezi P4, PA, PB, PC, PD, PE Armaturna risba	IBBRBK-7G7003 ✓	1
14.	Priprava za križanje KK steze in PzVo - Sifon Seznam armature	IBBRBK-7G7004 ✓	8
15.	Priključni vod 2x110 kV Vzdolžni profil trase - prilagoditev trase kajakaški stezi	DK08---7X4012 ✓	1

TEHNIČNO POROČILO

Načrt: 3 NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI

Številka projekta: IBBRBK-D468/009

Vrsta dokumentacije: Projekt za izvedbo

Številka načrta: IBBRBK-7G/01

Sprememba:		Datum:				
Investitor:		Objekt:				
		Iztočni odsek kajakaške struge Brežice				
Projektant:		Del objekta/sistem:				
 IBE, d.d., svetovanje, projektiranje in inženiring Ljubljana, Slovenija						
		Vrsta načrta/prikaza:				
		3 NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI				
	Ime in priimek:	Ident. št.:	Vsebina risbe (dokumenta):			
Odgovorni vodja projekta:	Krešimir Kvaternik,u.d.i.g.	G-0094	1. Tehnični opis			
Odgovorni projektant:	Krešimir Kvaternik,u.d.i.g.	G-0094				
	/	/				
			Vrsta projekta:	PZI	Številka projekta:	IBBRBK-D468/009
Obdelal:	Krešimir Kvaternik,u.d.i.g.	G-0094	Klas. oznaka:	C B	Stran/st rani:	1/11
Datum izdelave:	nov.2016	Merilo:	/	Ident. oznaka:	I B B R B K - 7 G 1 0 0 1	

VSEBINA

1	OPIS GRADBENIH DEL IN KONSTRUKCIJ	3
1.1	UVOD.....	3
1.2	STRUGA ODVODNEGA KANALA	4
1.2.1	<i>Dispozicija kanala</i>	<i>4</i>
1.2.2	<i>Hidravlična presoja</i>	<i>4</i>
1.2.3	<i>Izvedba kanala.....</i>	<i>6</i>
1.3	KRIŽANJE S PREHODOM ZA VODNE ORGANIZME (SIFON).....	6
1.4	KRIŽANJE Z DOVODNIM VODOM ZA PRIVABLJANJE RIB.....	7
1.5	KRIŽANJE Z VODOVODOM IN 20 KV PRIKLJUČKOM HE NA OMREŽJE	8
1.6	KRIŽANJE S 110 KV KABLOVODOM	8
1.7	IZLIV V SAVO	9
1.8	MATERIALI	9

1 OPIS GRADBENIH DEL IN KONSTRUKCIJ

1.1 UVOD

Občina Brežice v okviru bodočega rekreacijskega centra načrtuje izgradnjo kajak-kanu steze (v nadaljevanju k-k steza) ob nasipu na levem bregu akumulacijskega bazena HE Brežice, ki bi koristila vodo Save iz zajezitve. Voda se bo iz k-k steze vračala v Savo po odvodnem kanalu, ki bo potekal v območju ureditev energetske in druge infrastrukture HE Brežice. Kanal se bo križal z nekaterimi objekti energetske in druge infrastrukture predvidenimi v sklopu HE Brežice:

- prehod za vodne organizme (PzVO),
- vzdrževalne in servisne poti ob PzVO,
- dovod vode za privabljanje rib v sklopu PzVO (t.i. atrakcija),
- 20 kV priključek elektrarne na omrežje,
- priključek elektrarne na vodovodno omrežje,
- 110 kV priključek HE na omrežje,
- turbinski iztok strojnice in zaščita brežine Save v območju strojnice.

Nekateri izmed navedenih objektov so že v izgradnji, ostali pa bodo izvedeni do polnitve bazena HE Brežice in začetka poskusnega obratovanja elektrarne. Da bi bilo možna naknadna izvedba kajak – kanu steze brez oviranja obratovanja in posegov v tangirane ureditve HE je potrebno že zdaj izvesti nekatera križanja in/ali prilagoditi nekatere ureditve:

- Križanje s preходом za vodne organizme. Voda iz kajak – kanu steze se ne sme mešati z vodo PzVO. Ker se trasi križata je potrebno izvesti »izvennivojsko križanje«: strugo kajak – kanu steze se pod strugo PzVO spelje z sifonom. Po začetku obratovanja se pretok v PzVO ne bo smel prekinjati za daljši čas, zato je sifon potrebno izvesti v času izgradnje PzVO. Čez sifon bosta potekali vzdrževalni poti ob PzVO.
- Za 110 kV priključek HE na omrežje je projektna dokumentacija že izdelana, niveleta je določena. V času izdelave tega elaborata so dela že potekala. Kablovod bo izveden deloma s tehnologijo daljinsko vodenega podvrtavanja, med iztokom PzVO in platojem HE pa kot vkopan kablovod. Trasa iztoka kajak-kanu steze se križa s 110 kV priključkom v območju stika obeh tehnologij. Potrebno je bilo preveriti ali globina vkopa kablovoda omogoča nemoteno izvedbo križanja, po potrebi spremeniti niveleto kablovoda ter preveriti ali ta sprememba povzroča kakšne druge spremembe tehničnih rešitev kablovoda.
- Izliv v Savo mora biti lociran čim bližje turbinskemu iztokom in izveden tako, da ne moti delovanja PzVO (ne sme privabljati rib in jim mora biti onemogočen prehod v strugo kajak-kanu steze). Rešitev izliva mora upoštevati že izvedene betonske konstrukcije (iztočna rampa strojnice) in mora biti povezan z zaščitno oblogo brežine dolvodno od strojnice.

Zaradi zasnove navedenih križanj je bilo potrebno projektno obdelati celotno rešitev odvodnega kanala k-k steze od križanja s PzVO do izliva v spodnjo vodo HE Brežice. Ob nadaljevanju načrtovanja k-k steze bo potrebno to rešitev upoštevati kot obvezno izhodišče. Takrat bo potrebno projektirati in izvesti naslednje ureditve:

- Na dostopni poti do spodnjega dela prehoda za vodne organizme bo potrebno zgraditi premostitev čez odvodni kanal. Ker je objekt manj zahteven, ne tangira drugih ureditev in je s traso odvodnega kanala zagotovljeno dovolj prostora, predhodna izvedba ni potrebna.
- Dovod vode za privabljanje rib bo izveden naknadno, če bo na osnovi monitoringa delovanja prehoda za vodne organizme ugotovi, da bo to potrebno. Naknadna izvedba atrakcije in dovodnega kanala ni pogojena z drugimi ureditvami zato predhodna izvedba križanja ni potrebna, vse ureditve bo možno brez vpliva na druge ureditve izvesti naknadno. Križanje dovoda za atrakcijo z odvodnim kanalom mora biti izvedeno »izvennivojsko«. Tehnična rešitev atrakcije še ni izdelana (to bo bodisi vkopan cevovod, bodisi odprt kanal), zato izdelava projektne rešitve križanja še ni možna, niti je v tem času nujno potrebna. Traso odvodnega kanala je potrebno določiti tako, da ostane dovolj prostora za izvedbo ustrezne rešitve križanja.
- 20 kV priključek in vodovod sta že izvedena. V času gradnje iztoka kajak-kanu steze bo potrebno oba voda vgraditi pod dno struge, t.j. spustiti njihovo nivoletno na nižjo koto in izvesti ustrezno zaščito. Oba podzemna voda sta razmeroma malih dimenzij, zato tudi naknadna izvedba posega ne bo tehnično težavna. Križanje bo izvedeno v času izgradnje kajak-kanu steze, zato predhodna izdelava detajlne tehnične rešitve ni predvidena.

Kot osnova za izdelavo projekta križanj iztočnega odseka z infrastrukturo je služila rešitev iz idejne zasnove »Vodni center Brežice«, Mprojekt projektiranje, svetovanje, nadzor Matjaž Avšič, s.p., št. projekta 26/13, junij 2015.

1.2 STRUGA ODVODNEGA KANALA

1.2.1 *Dispozicija kanala*

Sama struga odvodnega kanala je speljana tako, da razen križanj z drugimi ureditvami, ki jih je potrebno izvesti že zdaj, nima drugih tangenc, prostora za izvedbo je dovolj. Zato struge ni potrebno izvesti še v času izvedbe drugih ureditev ampak se jo lahko izvede pozneje.

Iztočni odsek proge v območju predvidenih križanj, ki ga bo potrebno upoštevati pri načrtovanju celotnega vodnega kompleksa kajak-kanu steze je dolg ca. 120 m. Trasa je zaradi prilagajanja drugim objektom in ureditvam dokaj zavita.

Prečni prerez kanala je trapezne oblike širine dna 4,1 m in naklonom brežin 1:1,5. Vzдолžni naklon kanala je 0,15%. Globina kanala je min. 2,1 m, zato bo mestoma potrebno izvesti nadvišanje brežine tako, da bo zagotovljena zadostna varnostna višina zgornjega robu kanala nad vodno gladino (0,5 m).

1.2.2 *Hidravlična presoja*

Hidravlični izračun je izveden po Manningovi metodi s programom »Haestad – FlowMaster«.

Project Description

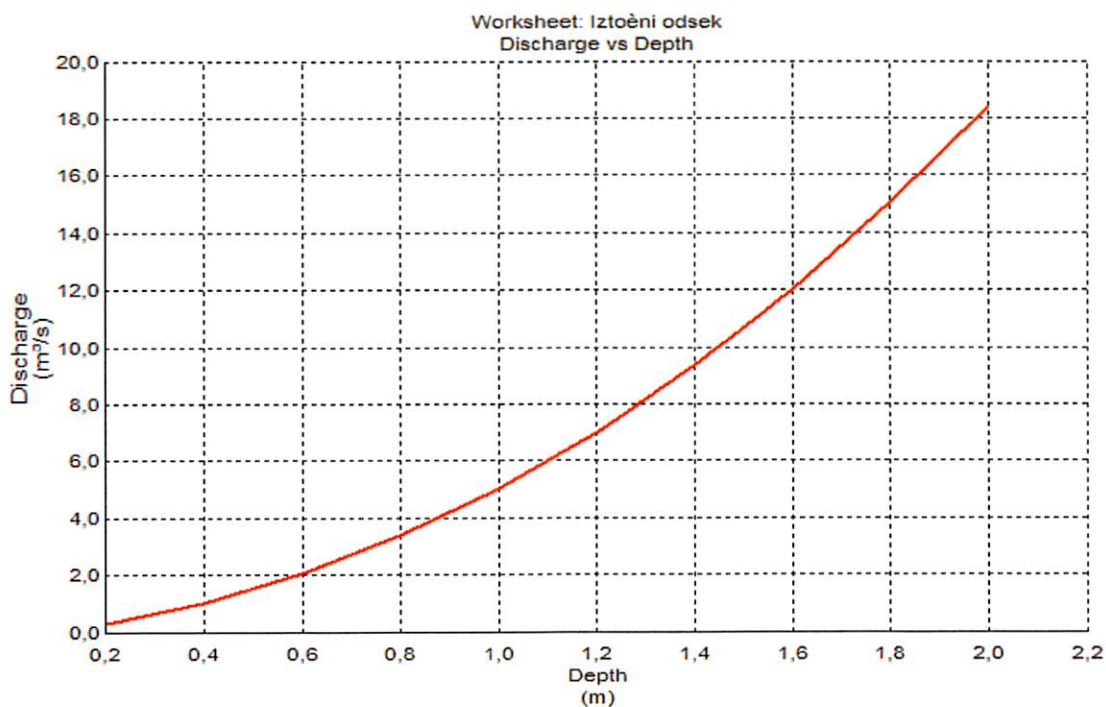
Worksheet	Iztočni odsek
Flow Element	Trapezoidal Cha
Method	Manning's Form
Solve For	Discharge

Input Data

Mannings Coeffic	0,035
Channel Slope	001500 m/m
Depth	1,60 m
Left Side Slope	1,50 H : V
Right Side Slope	1,50 H : V
Bottom Width	4,14 m

Results

Discharge	12,0000 m ³ /s
Flow Area	10,5 m ²
Wetted Perim	9,91 m
Top Width	8,94 m
Critical Depth	0,85 m
Critical Slope	0,015017 m/m
Velocity	1,15 m/s
Velocity Head	0,07 m
Specific Energ	1,67 m
Froude Numb	0,34
Flow Type	Subcritical



Iz rezultatov izračuna je razvidno, da prečni prerez kanala ustreza. Prevodnost 12 m³/s je dosežena pri globini vode 1,6 m.

1.2.3 Izvedba kanala

Tla v območju izvedbe kanala predstavlja plast meljastopeščene zemljine debeline 2-5 m ki prekriva spodnjo plast gramozne zemljine. Ker je hitrost vodnega toka v kanalu razmeroma velika (nad 1 m/s) je brežine potrebno zaščititi z oblogo iz kamna debeline 30 cm položeno na filter iz geotekstila. Filter preprečuje izpiranje drobnih frakcij tal vsled nihanja vodne gladine, ki bi povzročilo porušitev kamnite obloge. V odseku dolžine 20 m od stopničastega izliva v Savo se debelina obloge zaradi vpliva valovanja Save poveča na 40 cm.

Ker je odvodni kanal v celoti v območju nihanja visokih voda Save in valovanja vsled delovanja prelivnih polj je zaščitna obloga predvidena po celotni višini brežin kanal in še 1 m po terenu ob zgornjem robu kanala.

V odsekih 10 m pred in za sifonom pod prehodom za vodne organizme je predvidena tesnitev dna kanala. Zaradi višinske razlike med gladinama vode v kanalu in prehodu bi nastalo strujanje vode, ki bi utegnilo povzročiti poškodbe brežin. Tesnitev se izvede z bentonitno membrano (GCL) položeno na ustrezno pripravljeno podlago.

Površina, na katero se polaga membrana, mora biti gladka in brez drobirja, korenin, vej in ostrorobih kamnov/grušča, večjih od 50 mm. Tik pred polaganjem membrane se podlaga poravna in komprimira z gladkim valjarjem ali vibracijsko ploščo tako, da je površina gladka brez štrlečih kamnov

Trakovi membrane se polagajo s preklopi min. 30 cm oz. po navodilih dobavitelja, brez gub ali pregibov tako, da gorvodni trak prekriva dolvodnega. Če preklopi membrane niso tovarniško posebej obdelani za vodotesen stik, potem se na sredino preklopa po celotni dolžini preklopa nasuje trak iz bentonitnega prahu (ca. 0,4 kg/m¹) ali tesnjenje z bentonitno pasto po navodilih dobavitelja. Trakovi morajo biti na brežini položeni celi, t.j. v enem kosu po celotni višini brez prekinitev. Ne sme se polagati več membrane, kot jo je možno v enem dnevu prekriti z zasipom, oz. toliko, kolikor se jo lahko pokrije v primeru padavin, preden se izvrši hidracija (nabrekanje pri povečani vlažnosti) bentonita. Nepokrite prekrivne robove je potrebno čez noč oz. v času prekinitev del zaščititi s folijo (npr. PVC ali PE) in obtežiti z nasipom minimalne debeline 30 cm, da se prepreči hidracija bentonita.

1.3 KRIŽANJE S PREHODOM ZA VODNE ORGANIZME (SIFON)

Sifon je vkopana armiranobetonska konstrukcija škatlastega prereza iz dveh prekatov dimenzij 220x220 cm ter vertikalnih jaških na vtoku in iztoku, ki prečka traso prehoda za vodne organizme na globini ca. 1 m pod dnem prehoda. Zaradi manjših hidravličnih izgub je predvidena poševna plošča med jaškoma in stropom sifona. Na obeh jaških so krilni zidovi, ki povezujejo sifon s strugo odvodnega kanala.

Dimenzije omogočajo vzdrževanje (npr. odstranjevanje sedimentov) tudi z manjšo mehanizacijo, ki se jo z dvigalom lahko spusti v sifon.

Na vtoku in iztoku iz sifona je groba rešetka, ki ob poplavah preprečuje vnos večjih kosov plavja v sifon. Rešetka je na obeh straneh, ker poplavna voda ob naraščanju pretokov Save teče iz struge Save v notranjost, ob upadanju pa v obratni smeri, t.j. v Savo. V obeh primerih voda nosi precejšnje količine plavja. Rešetka iz jeklenih vroče pocinkanih profilov je demontažna, kar omogoča vzdrževanje sifona. Vsi detajli izvedbe rešetke so razvidni iz risb.

Notranje stene sifona se izvede z gladkimi opaži (vidni beton), površino talne plošče pa se zagladi v zahtevanih tolerancah ravnosti površin. Vidni robovi betonske konstrukcije so posneti za 2,5 cm.

Konstrukcija mora biti vodotesna, zato se delovni stiki med zidovi ter med zidovi in talno ploščo tesnijo s tesnilnim kovinskim trakom.

V dolvodna robova utora vodil remontne zapornice se vgradi vodila zapornice iz »L« profila iz nerjavnega jekla. V tla se vgradi ležišče (prag) zapornice iz »U« profila, prav tako iz nerjavnega jekla. Tesnilne površine in prag morajo biti pobrušene in polirane. Stika vertikalnih in horizontalnega profila se zavari in pobrusi. Pri montaži je potrebno paziti na vertikalnost in horizontalnost profilov. Dovoljeno odstopanje od projektne lege in dimenzij je ± 1 mm.

Na krilne zidove in čelno ploskev talne plošče se s trakovi iz nerjavnega jekla pritrdi tesnilno bentonitno membrano s katero je tesnjena struga kanala. V območju krilnih zidov se naklon brežine poveča na 1:1 in se jo skupaj z dnom zaščiti s kamnom v betonu.

Po izvedbi objekta se vtok zasuje z gramoznim materialom v plasteh debeline 30-40 cm, zasip pa se komprimira na min. 98% SPP. Zasip se izvaja hkrati na obeh straneh sifona.

Končne ureditve površin se izvede skladno s projektom prehoda za vodne organizme.

Dno izkopa gradbene jame sifona je na koti 139,40, kar je nivo talne vode pri pretoku Save manjšem od 100 m³/s. To pomeni, da težav s podzemno vodo v času gradnje ne bo, če bo le ta potekala ob nizkih pretokih Save (zimski ali poletni minimum). V primeru višjih pretokov bo potrebno črpati vodo iz gradbene jame, zato bo Izvajalec moral pripraviti ustrezno črpališče, da ne nastanejo zastoji v gradnji zaradi previsokega nivoja podzemne vode.

1.4 KRIŽANJE Z DOVODNIM VODOM ZA PRIVABLJANJE RIB

Tehnična rešitev dovoda za privabljanje rib še ni izdelana, zato izdelava projektne rešitve križanja še ni možna, niti je v tem času nujno potrebna. Križanje bo »izvennivojsko«, ker se voda odvoda k-k steze ne sme mešati z vodo atrakcije. Rešitev križanja bo odvisna tudi od tega kateri objekt

bo zgrajen prej, kar sedaj še ni možno opredeliti. Verjetno bo dovod za atrakcijo vkopan pod dnom odvodnega kanala, ker je pretok za atrakcijo nekajkrat manjši od pretoka kajak-kanu steze.

Trasa struge odvoda je speljana tako, da je prostora za izvedbo križanja dovolj.

1.5 KRIŽANJE Z VODOVODOM IN 20 KV PRIKLJUČKOM HE NA OMREŽJE

Oba voda sta že izvedena. V risbah v sestavi tega elaborata sta vključena geodetska posnetka izvedenega stanja vodov tako, da je znan tlorisni in višinski potek vodov v območju križanja z odvodnim kanalom.

Dno odvodnega kanala je v območju križanja ca. 1,2 m pod niveleto vodovoda oz. 1 m pod niveleto 20 kV kablovoda, zato bo oba voda v času izvedbe odvodnega kanala potrebno poglobiti, t.j. vkopati za ca. 2 m tako, da sta voda najmanj 1 m pod dnom kanala.

1.6 KRIŽANJE S 110 KV KABLOVODOM

Kablovod bo izveden deloma s tehnologijo daljinsko vodenega podvrtavanja, med iztokom PzVO in platojem HE pa kot vkopan kablovod. Trasa odvoda k-k steze se križa s 110 kV priključkom v območju stika obeh tehnologij.

Takoj po določitvi dimenzij in trase odvodnega kanala se je pristopilo k preverjanju sovpadanja s projektno rešitvijo 110 kV priključka (»Priključni vod 2x110 kV za HE Brežice – projekt za izvedbo«, IBE, d.d., junij 2016, št. projekta DK08-A025/516). Ugotovljeno je, da dno odvodnega kanala sega v območje kablovoda, zato je bilo potrebno spremeniti projektno rešitev tako, da se niveleto kablovoda spusti na globino min. 1 m pod dno kanala, ki je na koti ca. 143 m n.m. Spremenjena rešitev v kateri je prikazano razmerje med odvodnim kanalom in 110 kV kablovodom je razvidna iz risbe DK08---7X4012.

V času izdelave tega elaborata dela na 110 kV kablovodu še potekajo. Prevrtana je prva izmed dveh cevi kablovoda, druga se še podvrtava. Po izvedbi podvrtavanja se bo pristopilo k povezovanju obeh vrtin z že izvedeno kabelsko kanalizacijo pod platojem HE. Za prvo cev je izdelan podroben posnetek trase (tlorisni in višinski položaj), ki je prikazan v risbah. Za drugo cev posnetek še ni bil na voljo.

Kljub varnostni višini dna kanala nad kablovodom bo potrebno izkope za odvodni kanal izvajati previdno, da se kablovod ne poškoduje.

1.7 IZLIV V SAVO

Odvodni kanal se izliva v Savo neposredno za strojnico, t.j. v iztočno rampo. Izliv je predviden kot stopničasta obloga brežine nad iztočno rampo tako, da preprečuje migracijo rib iz Save v odvodni kanal kajak-kanu steze, kar bi motilo delovanje prehoda za vodne organizme in hkrati učinkovito uničuje energijo vodnega toka kanala.

Izliv je kamnitobetonska konstrukcija, ki se v spodnjem delu naslanja na dolvodni krilni zid strojnice, na zgornji strani pa se nadaljuje struga odvodnega kanala. Do izgradnje HE Mokrice bo vodna gladina v Savi razmeroma nizko (karakteristične gladine so prikazane v risbah), zato je v spodnjem delu izliva bilo potrebno predvideti stranske zidove, ki preprečujejo nekontrolirano razlivanje vode iz odvodnega kanala po zaščitni oblogi brežine Save ob strojnici.

Izliv je zaradi poteka del v gradbeni jami jezovne zgradbe HE Brežice dejansko že izveden. Po poružitvi gradbene jame bi bila izvedba bistveno težja. Pred izvedbo izliva je bilo potrebno v območju del odstraniti že izvedeno zaščitno kamnito oblogo struge ob Strojnici.



1.8 MATERIALI

- **Betoni za izvedbo sifona**
 - Konstrukcijski beton C25/30 , XC4, XF3, PV-II, Dmax 16, Cl 0.1
 - Podložni beton C12/15
- **Armatura**
 - RA B500B
- **Tesnilni trakovi delovnih stikov v betonu**

- Kovinski tesnilni trak za tesnitev delovnih stikov s premazom za sprejemljivost z betonom širine 12 cm

- **Jeklo za rešetke**

- S235J2,
- Vroče cinkanje po načinu potapljanja z debelino zaščitnega sloja cinka 60 - 80 [μm] (420 - 560 g/m²)

- **Tesnilna membrana**

Za tesnitev kanala se uporabi bentonitna membrana (GCL) iz dveh plasti z iglanjem medsebojno povezanega geotekstila z vmesno plastjo bentonita. Ni dovoljena uporaba materiala pri katerem sta plasti geotekstila povezani s šivanjem. Obe zunanji plasti geotekstila (zgornja plast iz netkanega) morata biti iz mehansko vezanih vlaken. Toplotno vezana vlakna niso dovoljena. Zunanji plasti iz geotekstila ne smeta prepuščati bentonita iz membrane. Zunanji plasti iz geotekstila ne smeta vsebovati bentonitnega prahu razen v pasu predvidenem za preklap.

Plasti geotekstila morata biti med sabo mehansko vezani dovolj trdno, da je zagotovljen ustrezen kot notranjega trenja v membrani. Prav tako mora biti zagotovljen ustrezen kot trenja med membrano in materialom podlage in materialom prekritja. Minimalne zahteve za membrano so naslednje:

- | | |
|---|-------------------------------|
| - koeficient prepustnosti (pri tlaku 35 kPa) | < 1×10^{-10} m/s |
| (pri tlaku 500 kPa) | < 5×10^{-11} m/s |
| - CBR prebojna odpornost | ≥ 2500 N (EN ISO 12236) |
| - natezna trdnost v nosilni smeri | ≥ 20 kN/m (EN ISO 10319) |
| - raztezek pri poružitvi | < 10% (EN ISO 10319) |
| - trdnost na razdvajanje (»peel strenght«) | > 60 N/10 cm |
| - vrsta polnila | natrijev bentonit v prahu |
| - min. količina bentonita pri 10% vlažnosti | 5 kg/m ² |
| - adsorbcija vode (Enslin test) po 24h | $\geq 650\%$ |
| - minimalni kot notranjega trenja znotraj membrane v vlažnem stanju | 35° |

- **Kamen za oblogo kanala**

Kamen mora biti skladen s Tehničnimi pogoji in SIST EN 13383-1 in tehničnimi pogoji. Granulometrična struktura kamnitega materiala za oblogo mora v skladu z navedenim standardom ustrezati:

- za obloge debeline 30 cm in $D_{50} = 22$ cm standardni lahki oblogi LMA_{5/40}.

Granulometrična sestava mora biti znotraj linij, ki označujeta spodnjo in zgornjo mejo deležev posamezne velikosti kamnov v razmerju glede na velikost karakterističnega kamna D_{50} (50% kamnov je manjše dimenzije od velikosti D_{50}) in približno vzporedna z obema linijama. Čim bližja je sestava spodnji meji je večji delež večjih kamnov strukturi. S takšnim materialom je lažje doseči

strukturo obloge v skladu s Fullerjevim pravilom, t.j., da se večji kamni v oblogi morajo naslanjati eden na drugega in tako tvorijo skelet, manjši kamni pa zapolnjujejo praznine med večjimi. To zagotavlja trdnejšo strukturo obloge. Če so večji kamni popolnoma obkroženi z manjšimi, potem bodo v primeru izpada manjših kamnov izgubili oporo, obloga se bo začela rušiti.

- **Filter pod kamnito oblogo**

Za polaganje pod skalometnimi oblogami se sme uporabljati le mehansko vezani netkani geotekstil stabiliziran proti UV žarkom. INŽENIR lahko le izjemoma dovoli tudi uporabo drugačnega materiala.

Število zožitev (poti) v geotekstilu, ki ga delcu zemljine na poti skozi geotekstil predstavljajo vlakna (no. of constrictions), mora biti v razponu $m = 25-45$, ki se ga določi z naslednjo formulo (po Giroud-u):

$$m = \{(1-n)^{0,5} \times t\} / d$$

kjer je n – poroznost geotekstila, t – debelina geotekstila in d – premer vlakna v geotekstilu.

Poleg tega so zahtevane še naslednje minimalne karakteristike:

- | | |
|--|---|
| - koeficient propustnosti k_g | $\geq 5 \cdot 10^{-3}$ m/s (EN ISO 11058) ali $> 10 \times k_z$ temeljne zemljine |
| - raztezek pri poružitvi (v obe smeri) | $> 50\%$ (EN ISO 10319) |
| - velikost odprtine O_{90} | 0,07-0,10 mm (EN ISO 12956) |
| - permitivnost $\psi = k_g/t^*$ | $\geq 0,5 \text{ s}^{-1}$ |
| - UV odpornost | preostanek trdnosti $> 80\%$ (ENV 12224) |
| - poroznost | $> 80\%$ (če se filter polaga na glinastih in meljastih zemljinah) |
| - CBR prebojna odpornost | ≥ 3000 N (EN ISO 12236) |
| - natezna trdnost | ≥ 20 kN/m (EN ISO 10319). |
| - test s konusom | < 13 mm (EN 918) |

t^* - debelina pri 2 kPa

Dovoljena odstopanja pri mehanskih karakteristikah so 10% in pri hidravličnih 20% (pri meji zaupanja 98%) od predpisane vrednosti. Vse zahtevane karakteristike geotekstila morajo biti dokazane z ustreznim certifikatom. Hidravlične lastnosti veljajo tudi za filtre pri drenažah

/		/		/	
Sprememba:		Opis spremembe:		Datum spr.:	
Investitor:		Objekt:			
		Iztočni odsek kajakaške struge Brežice			
Projektant:		Del objekta/sistem:			
 IBE, svetovanje, projektiranje in inženiring Ljubljana, Slovenija		/			
/		Vrsta načrta:			
		3 NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI			
Ime in priimek:		Ident. št.:		Vsebina risbe (dokumenta):	
Odgovorni vodja projekta:	Krešimir Kvaternik, univ. dipl. inž. grad.	G-0094			
Odgovorni projektant:	Krešimir Kvaternik, univ. dipl. inž. grad.	G-0094			
Kontrolor:				Številka projekta:	IBBRBK-D468/009
Izdalal:	Boris Rodić, univ. dipl. inž. grad.	G-0117		Klasifikac. oznaka:	C B
Datum izdelave:		10.2016		Merilo:	
		/		Identifikac. oznaka:	
				I B B R B K - 7 G 1 0 0 2	

VSEBINA

1	SIFON POD RIBJO STEZO	3
1.1	OBTEŽBA	3
1.2	MATERIALI	3
1.3	PREDPISI	3
2	MKE MODEL	5
2.1	MODEL Z OBTEŽBO OD PROMETA (STRANSKA)	6
2.2	OBTEŽBA NAD SIFONOM (PROMET).....	8
2.3	MODEL – POTRES	10
3	DIMENZIONIRANJE	12
3.1	ZUNANJA STENA V DNU SIFONA.....	13
3.2	POTRES	15
3.3	ZGORNJA PLOŠČA NAD PODPORO	17
4	SHEMA ARMATURE	19

1 SIFON POD RIBJO STEZO

Sifon je škatlasta dvo-prekatna konstrukcija, vkopana cca 3.0 m pod površino terena. Stene so debeline 30 cm, z vutami dimenzij 15/15 cm v vogalih.

1.1 OBTEŽBA

Kot obtežba je upoštevano:

- Lastna teža
- nadkritje debeline 3.0m
- prometna obtežba 33.3 kN/m²
- potres $a = 0.32 \text{ g}$

1.2 MATERIALI

Uporabljeni materiali:

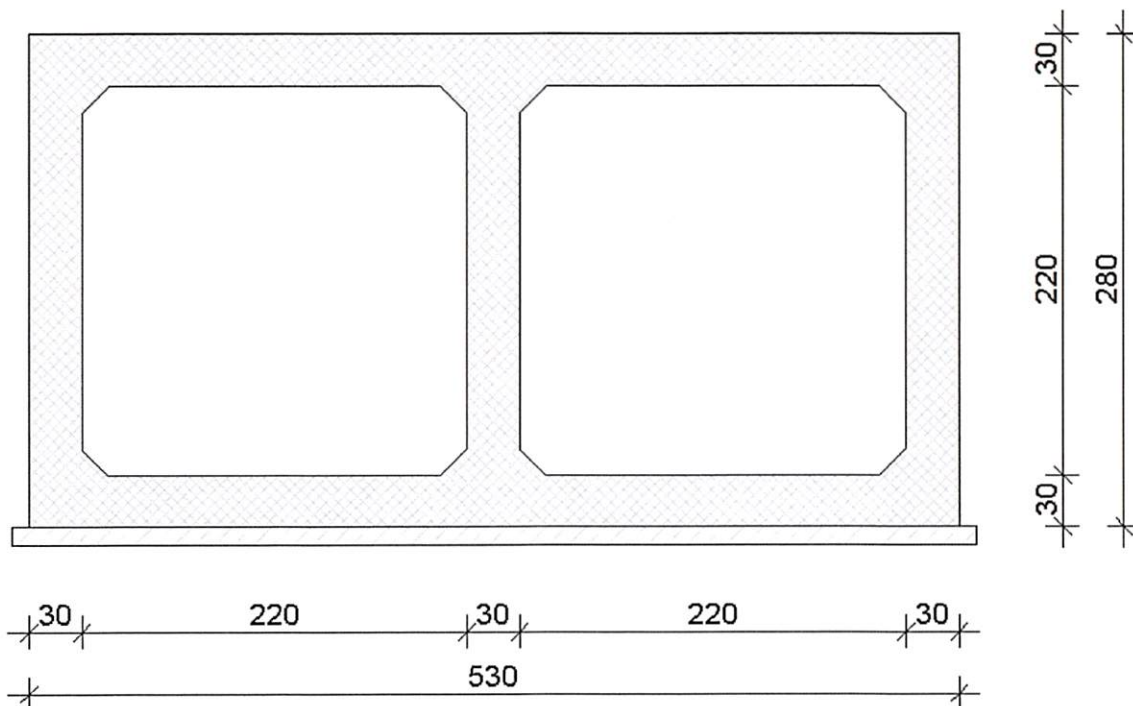
- Beton C 25/30
- Jeklo B500-B

1.3 PREDPISI

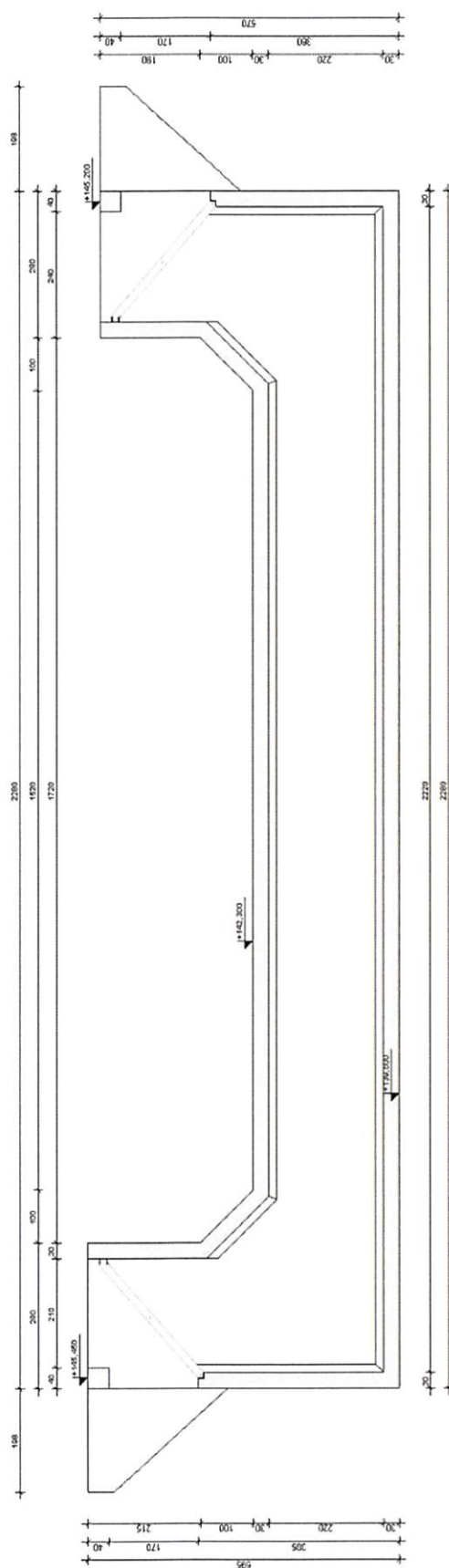
Pri dimenzioniranju so uporabljeni naslednji predpisi:

- SIST EN 1992- 1- 1 : 2004
- SIST EN 1997- 1 : 2005
- SIST EN 1998- 5 : 2005

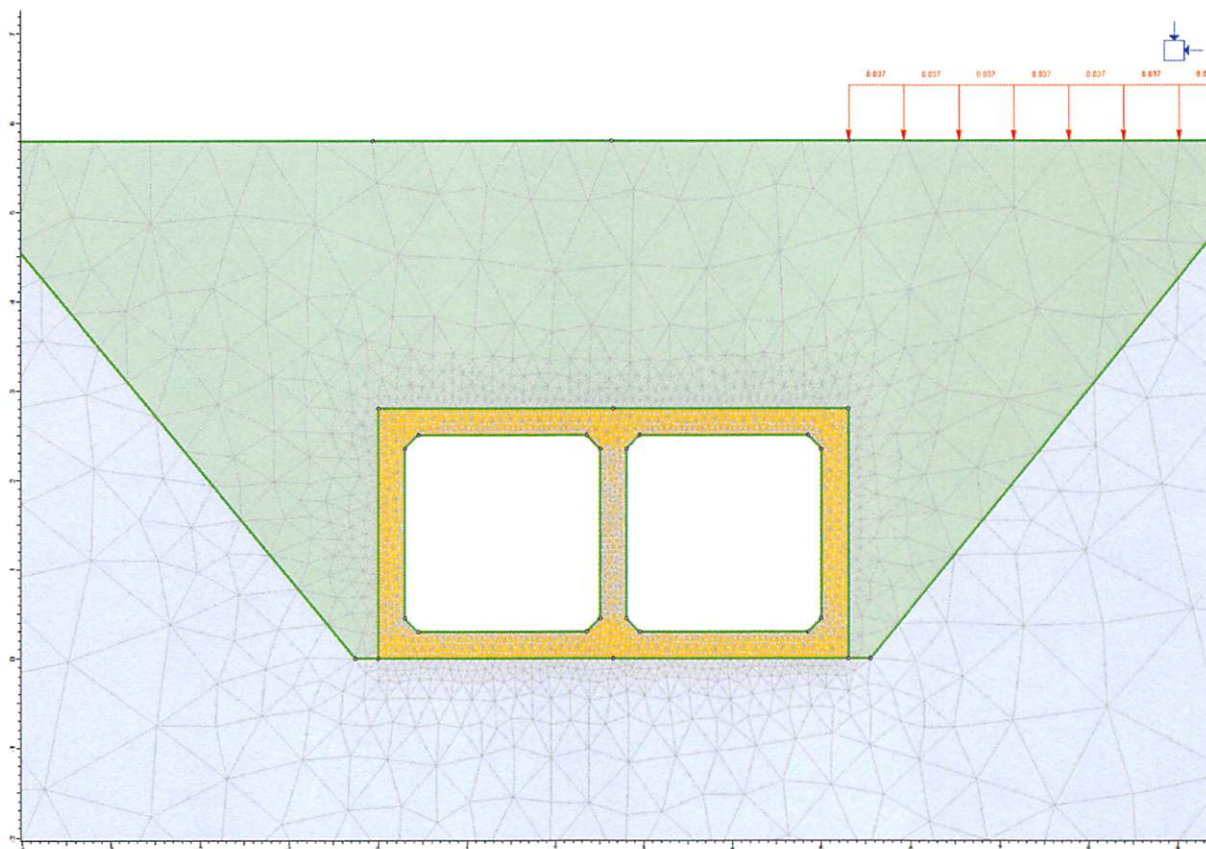
Prečni prerez






Vzdolžni prerez




2 MKE MODEL

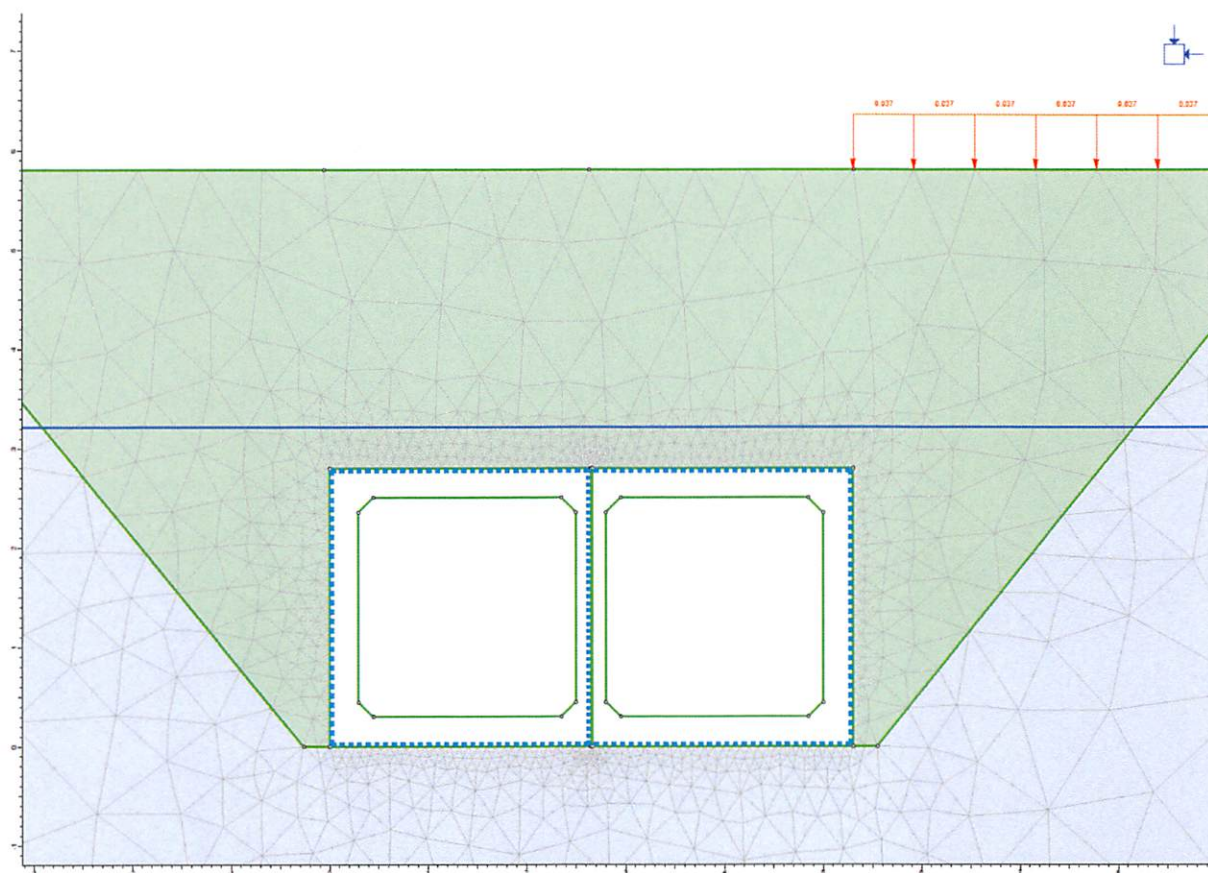


Geomehanske karakteristike :

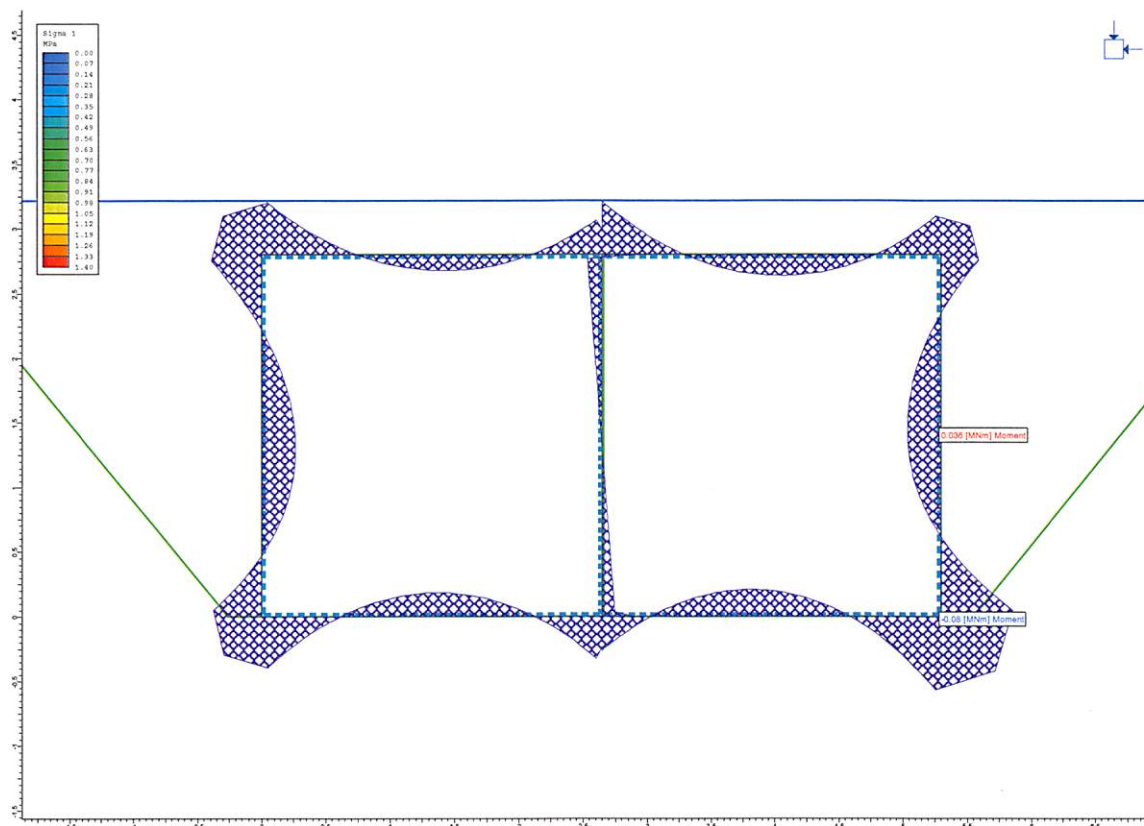
Material Name	Color	Initial Element Loading	Unit Weight (MN/m3)	Elastic Type	Young's Modulus (MPa)	Poisson's Ratio	Failure Criterion	Material Type	Tensile Strength (MPa)	Tensile Strength (residual) (MPa)	Dilation Angle (deg)	Friction Angle (peak) (deg)	Friction Angle (residual) (deg)	Cohesion (peak) (MPa)	Cohesion (residual) (MPa)	Piezo Line	Humidity
zemljina		Field Stress and Body Force	0.021	Isotropic	100	0.3	Mohr Coulomb	Plastic	0	0	0	35	35	0.01	0.01	1	1
nasip		Field Stress and Body Force	0.023	Isotropic	100	0.3	Mohr Coulomb	Plastic	0	0	0	38	38	0.001	0.001	1	1
beton		Field Stress and Body Force	0.025	Isotropic	30000	0.2	Mohr Coulomb	Elastic	0.1			45		0.1		1	1

Liner Name	Color	Type	Young's Modulus (MPa)	Poisson's Ratio	Material Type	Peak Compressive Strength (MPa)	Res. Compressive Strength (MPa)	Peak Tensile Strength (MPa)	Res. Tensile Strength (MPa)	Thickness (m)	Unit Weight (MN/m3)	Beam Element Formulation	Stage Properties:
Liner 1		Standard Beam	30000	0.2	Elastic	35	5	5	0	0.3	0.025	Timoshenko	No

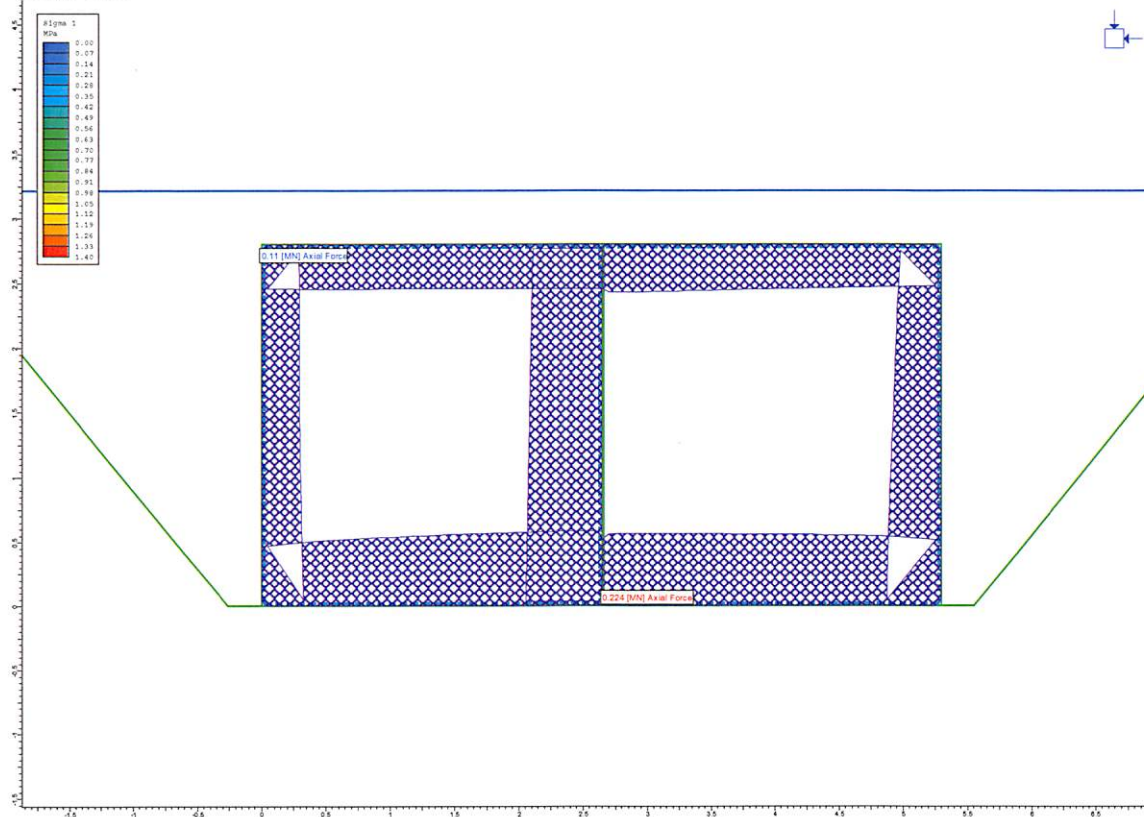
2.1 MODEL Z OBTEŽBO OD PROMETA (STRANSKA)



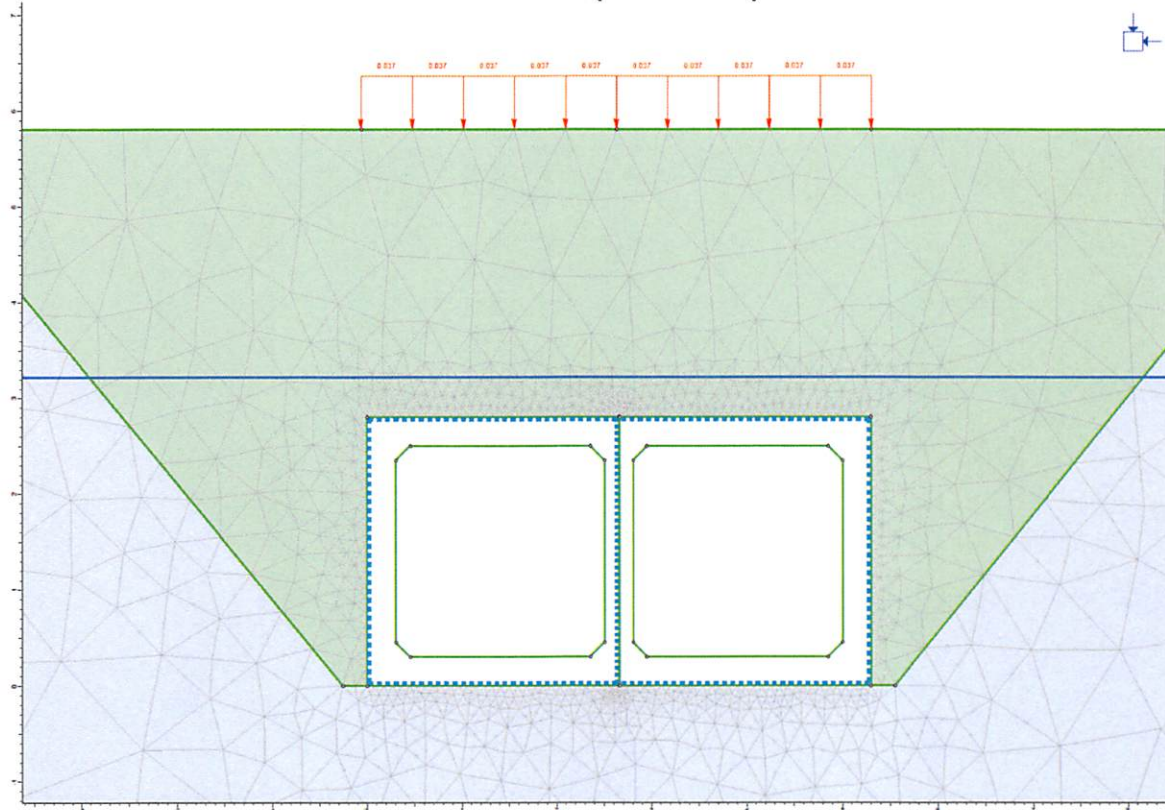
Momenti



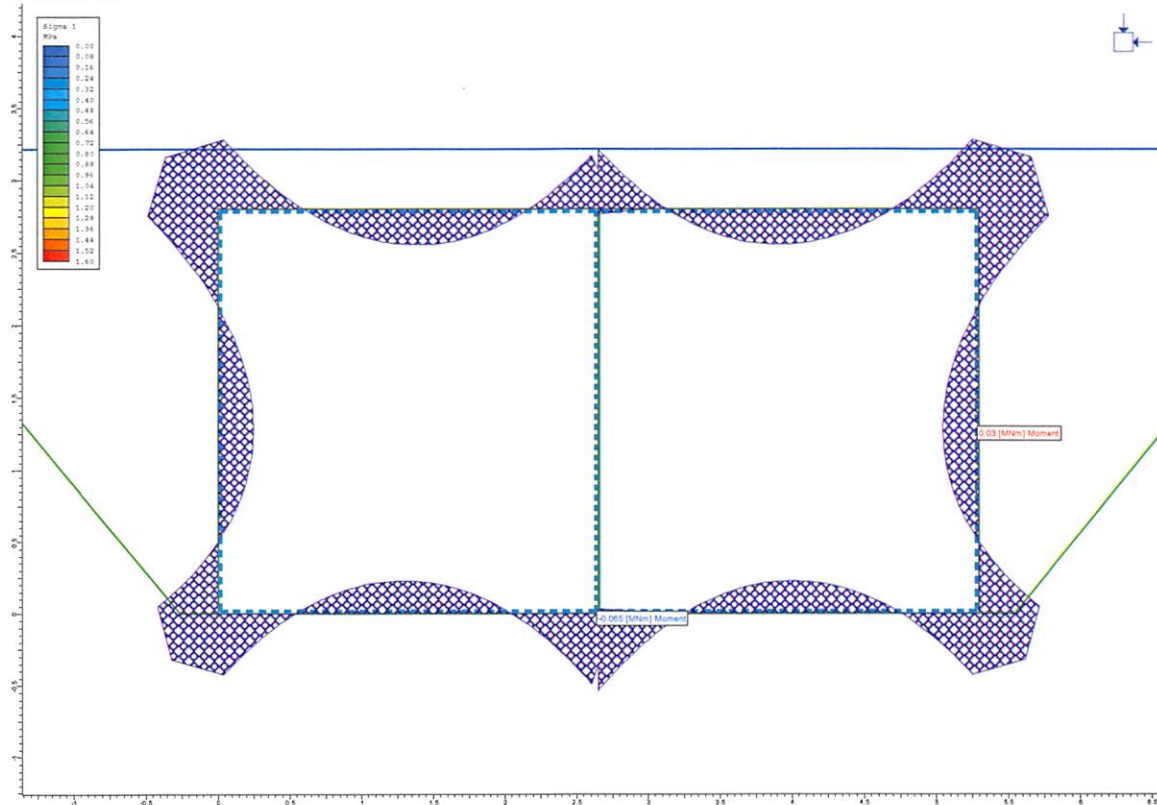
Osne sile



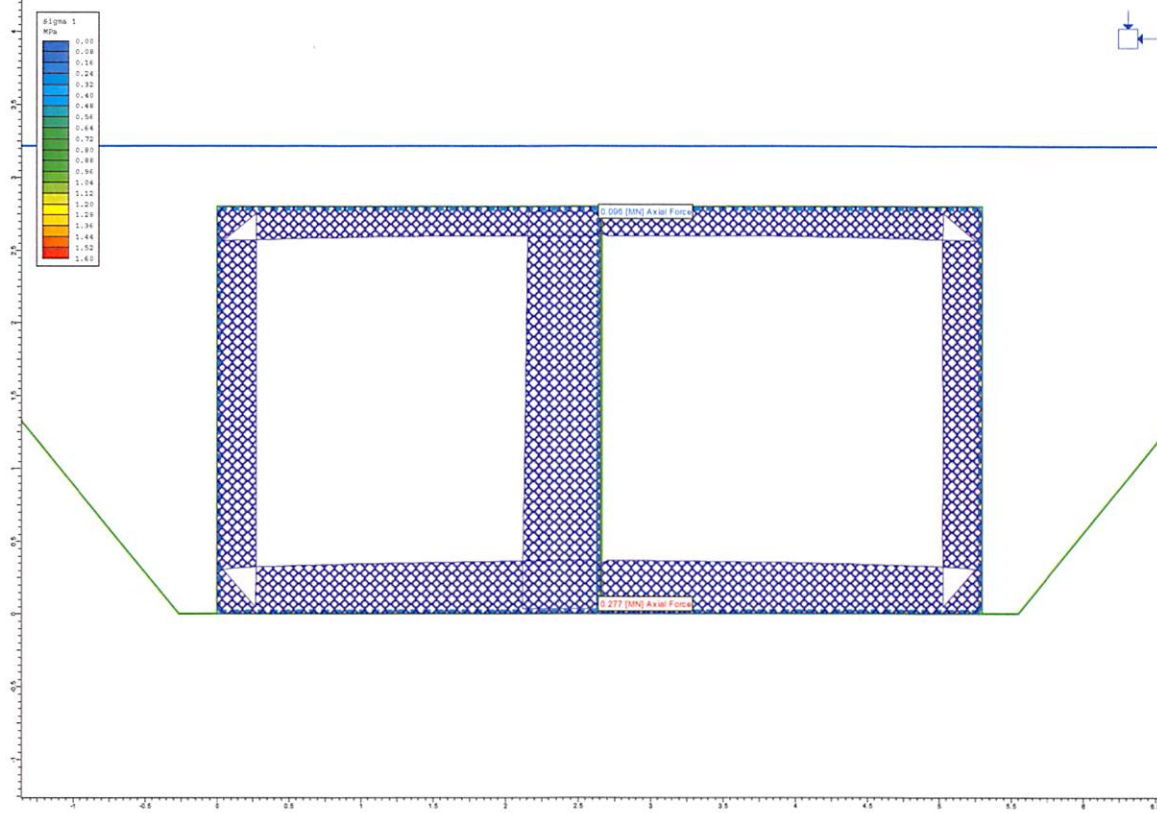
2.2 OBTEŽBA NAD SIFONOM (PROMET)



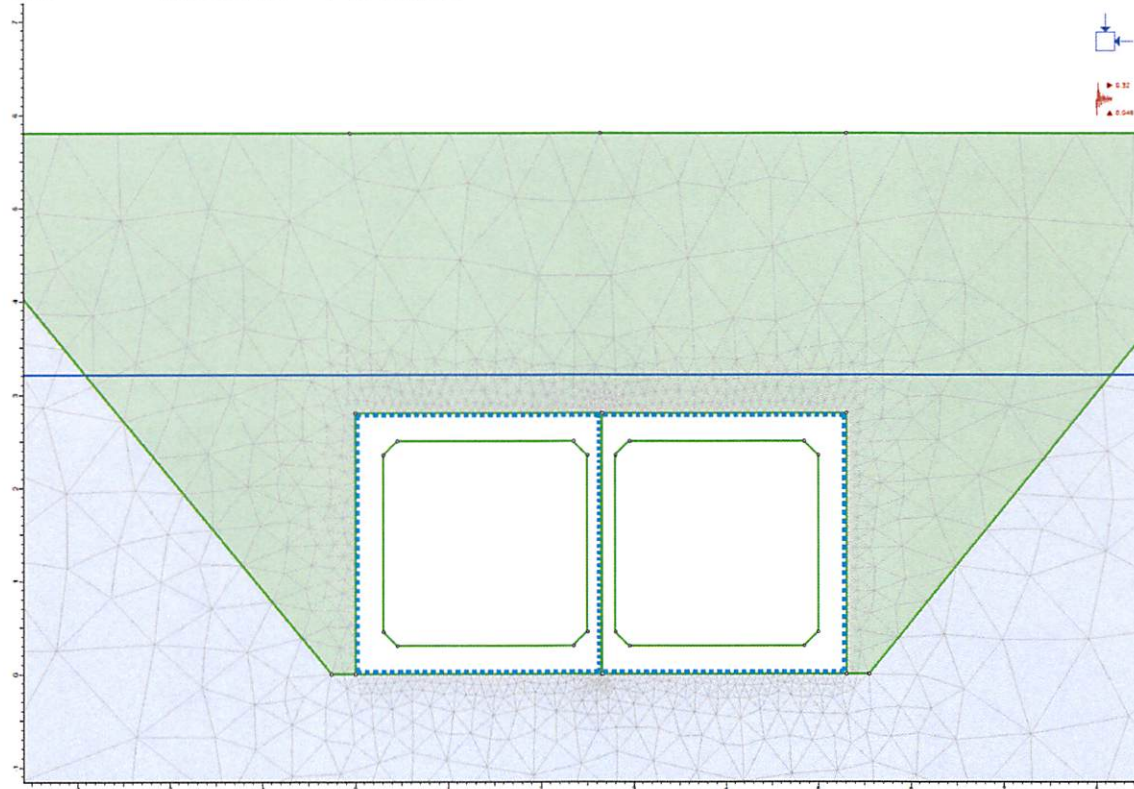
Momenti



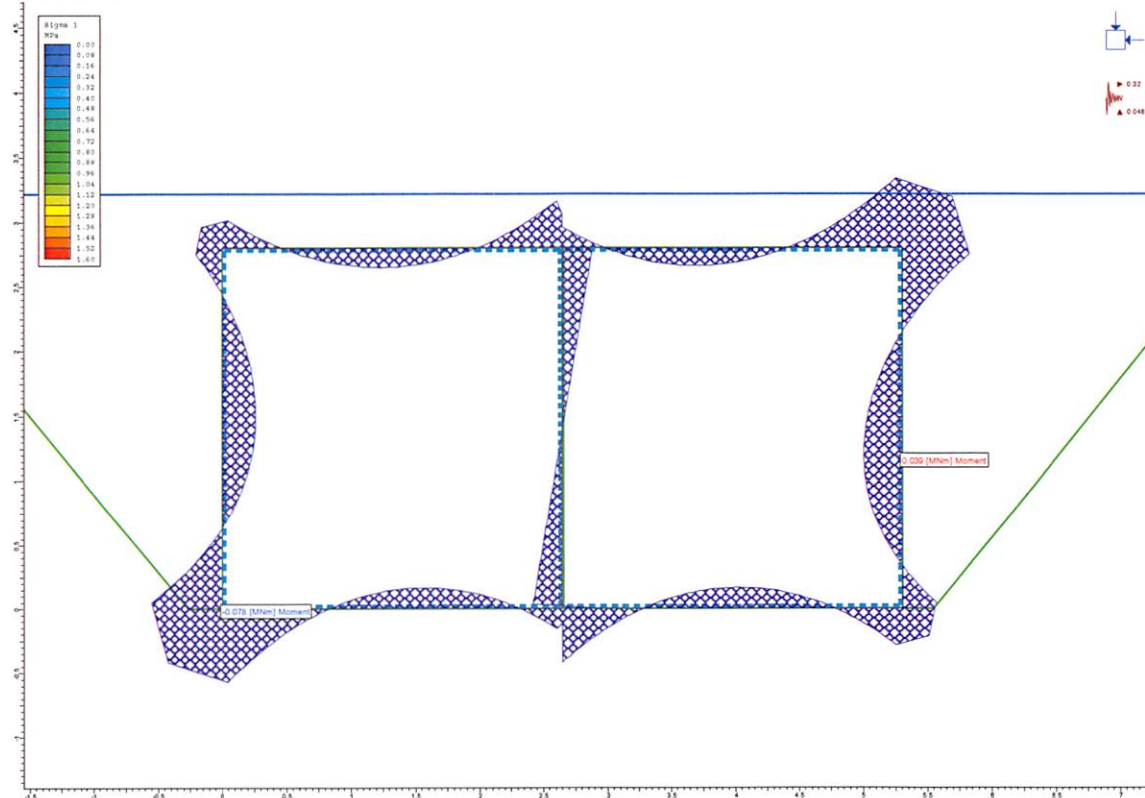
Osne sile



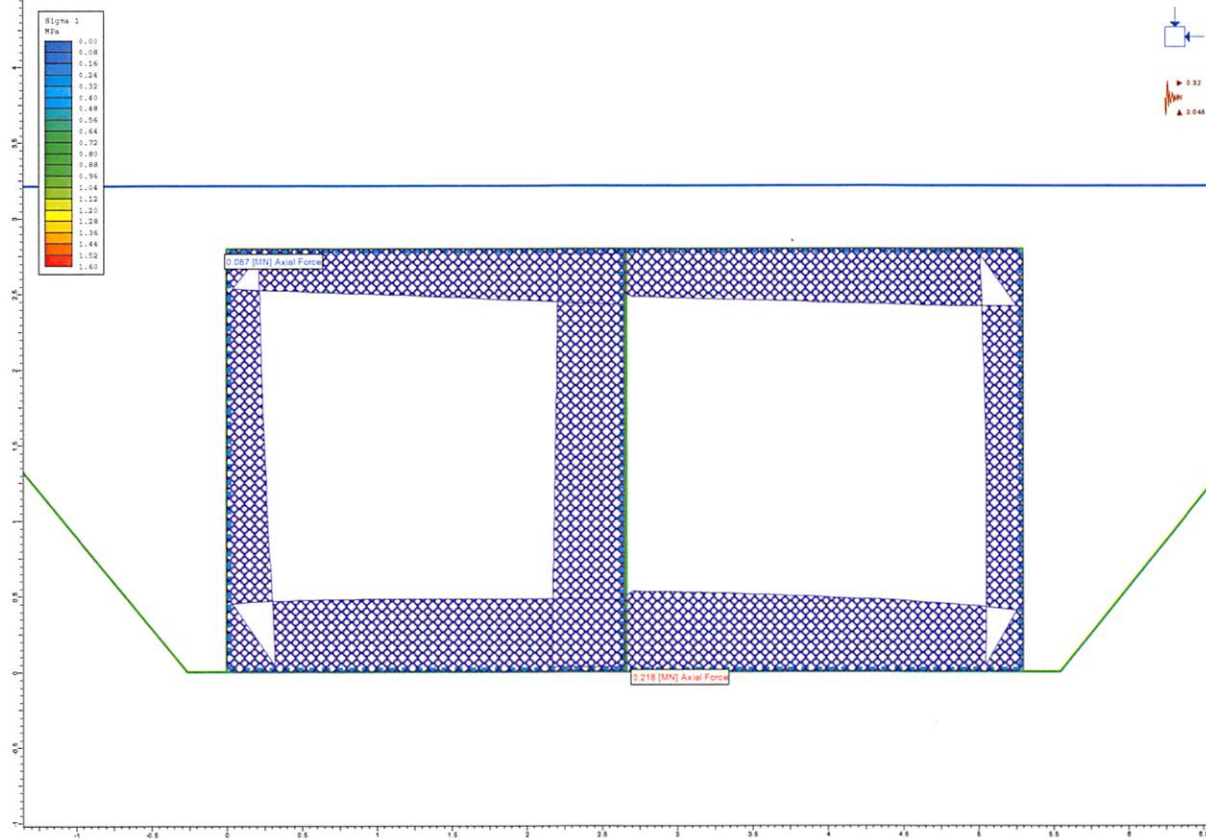
2.3 MODEL – POTRES



Momenti



Osne sile



3 DIMENZIONIRANJE

Prerez zunanje stene v dnu

-Merodajna je obtežba od prometa (stranska pozicija):

$$M = 80.0 \text{ kNm/m} \times 1.35 = 108 \text{ kNm/m}$$

$$N = 161 \text{ kN} \times 1.35 = 217.35 \text{ kN}$$

Prerez zunanje stene pod ploščo

-Potresna obtežba

$$M = 78.0 \text{ kNm/m}$$

$$N = 116 \text{ kN}$$

Zgornja plošča nad vmesno steno

- Prometna obtežba direktno nad sifonom

$$M = 65.0 \text{ kNm/m} \times 1.35 = 87.75 \text{ kNm/m}$$

$$N = 96 \text{ kN} \times 1.35 = 129.6 \text{ kN}$$

3.1 ZUNANJA STENA V DNU SIFONA

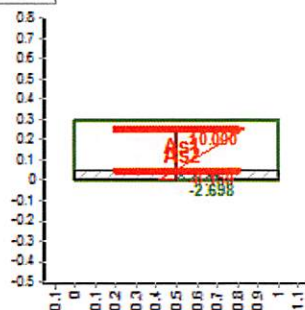
General

Design code: Eurocode 2
Analysis: Design section

Loads: N, M_x

$N > 0$ is compression !

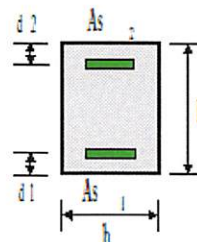
Section



Data [m]

$b = 1$
 $h = 0.3$

$d1 = 0.05$
 $d2 = 0.05$



Materials

Concrete: C25/30
SSR: Parabolic - linear

$f_{ck} = 25.00$ MPa
 $E_c = 30471.58$ MPa
 $ec2u = -3.500$ o/oo
 $ec2 = -2.000$ o/oo
 $n = 2.00$

Reinforcing steel: S500
SSR: Standard

$f_{yk} = 500.00$ MPa
 $E_s = 200000.00$ MPa
 $esu = 10.000$ o/oo

Factors

Concrete: $\gamma_{ac} = 1.50$
Steel: $\gamma_{as} = 1.15$

Reinforcement

Unsymmetric:

$As1, As2$ ratio: $As1 + As2 = \min$

Loads

Load	N [kN]	M_x [kNm]
L1	217.35	108

Solve data

II order moments: No

Results

	Area [cm ²]	ϵ_{si} [o/oo]	Stress [MPa]
$As2$	8.04	10.000	434.78
$As1$	0.01	-0.159	-31.75

Concrete strain:	$\epsilon_{c,min} = -2.698 \text{ o/oo}$
Compressive zone depth:	$x = 0.05 \text{ m}$
Total reinf. area:	$A_{s,tot} = 8.04 \text{ cm}^2$
Reinf. ratio:	0.27%

Section properties

Reinforcement :

 $A_{s,tot} = 8.04 \text{ cm}^2$

Concrete section:

 $A_c = 0.30 \text{ m}^2$ $I_{c,x} = 0.00 \text{ m}^4$

R/C section:

 $A_{red} = 0.30 \text{ m}^2$ $I_{red,x} = 0.00 \text{ m}^4$ $r_x = 0.09 \text{ m}$

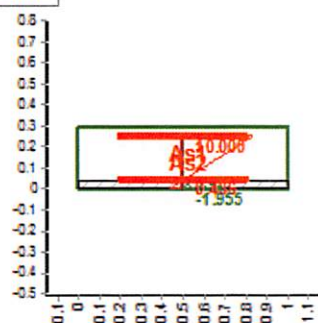
3.2 POTRES

General

Design code: Eurocode 2
Analysis: Design section

Loads: N, M_x $N > 0$ is compression !

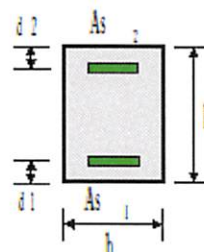
Section



Data [m]

$b = 1$
 $h = 0.3$

$d1 = 0.05$
 $d2 = 0.05$



Materials

Concrete: C25/30
SSR: Parabolic - linear

Reinforcing steel: S500
SSR: Standard

$f_{ck} = 25.00$ MPa
 $E_c = 30471.58$ MPa
 $ec2u = -3.500$ o/o
 $ec2 = -2.000$ o/o
 $n = 2.00$

$f_{yk} = 500.00$ MPa
 $E_s = 200000.00$ MPa
 $esu = 10.000$ o/o

Factors

Concrete: $\gamma_{ac} = 1.50$
Steel: $\gamma_{as} = 1.15$

Reinforcement

Unsymmetric:

As1, As2 ratio: $As1 + As2 = \min$

Loads

Load	N [kN]	M_x [kNm]
L1	116	78

Solve data

II order moments: No

Results

	Area [cm ²]	ϵ_{si} [o/o]	Stress [MPa]
As2	6.11	10.000	434.78
As1	0.01	0.436	87.14

Concrete strain:	$\epsilon_{c,min} = -1.955 \text{ o/oo}$
Compressive zone depth:	$x = 0.04 \text{ m}$
Total reinf. area:	$A_{s,tot} = 6.12 \text{ cm}^2$
Reinf. ratio:	0.20%

Section properties

Reinforcement :

 $A_{s,tot} = 6.12 \text{ cm}^2$

Concrete section:

 $A_c = 0.30 \text{ m}^2$ $I_{c,x} = 0.00 \text{ m}^4$

R/C section:

 $A_{red} = 0.30 \text{ m}^2$ $I_{red,x} = 0.00 \text{ m}^4$ $r_x = 0.09 \text{ m}$

3.3 ZGORNJA PLOŠČA NAD PODPORO

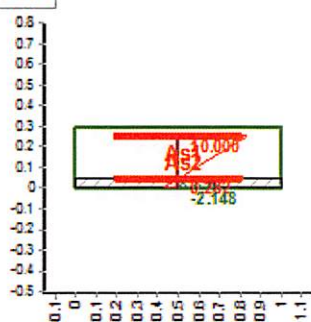
General

Design code: Eurocode 2
Analysis: Design section

Loads: N, M_x

$N > 0$ is compression !

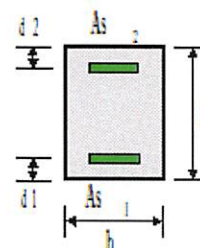
Section



Data [m]

$b = 1$
 $h = 0.3$

$d1 = 0.05$
 $d2 = 0.05$



Materials

Concrete: C25/30
SSR: Parabolic - linear

$f_{ck} = 25.00$ MPa
 $E_c = 30471.58$ MPa
 $ec2u = -3.500$ o/o
 $ec2 = -2.000$ o/o
 $n = 2.00$

Reinforcing steel: S500
SSR: Standard

$f_{yk} = 500.00$ MPa
 $E_s = 200000.00$ MPa
 $esu = 10.000$ o/o

Factors

Concrete: $\gamma_{ac} = 1.50$
Steel: $\gamma_{as} = 1.15$

Reinforcement

Unsymmetric:

$As1, As2$ ratio: $As1 + As2 = \min$

Loads

Load	N [kN]	M_x [kNm]
L1	129.6	87.75

Solve data

II order moments: No

Results

	Area [cm ²]	ϵ_{si} [o/o]	Stress [MPa]
$As2$	6.95	10.000	434.78
$As1$	0.01	0.282	56.33

Concrete strain:	$\epsilon_{c,min} = -2.148 \text{ o/oo}$
Compressive zone depth:	$x = 0.04 \text{ m}$
Total reinf. area:	$A_{s,tot} = 6.96 \text{ cm}^2$
Reinf. ratio:	0.23%

Section properties

Reinforcement :

 $A_{s,tot} = 6.96 \text{ cm}^2$

Concrete section:

 $A_c = 0.30 \text{ m}^2$ $I_{c,x} = 0.00 \text{ m}^4$

R/C section:

 $A_{red} = 0.30 \text{ m}^2$ $I_{red,x} = 0.00 \text{ m}^4$ $r_x = 0.09 \text{ m}$

4 SHEMA ARMATURE

