

## SPECIFIKACIJE

<b>Naročnik</b>	<b>Savske elektrarne Ljubljana d.o.o. Gorenjska cesta 46 1215 Medvode</b>
<b>Oznaka javnega naročila</b>	JN003938/2023-W01
<b>Naziv javnega naročila</b>	<b>Meritve energetskih karakteristik turbine HE Mavčiče</b>

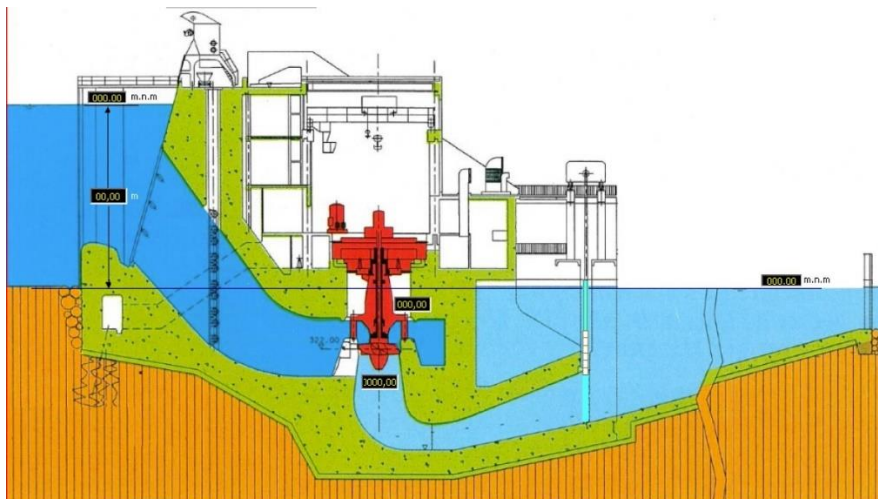
### 1. VRSTA, LASTNOSTI, KAKOVOST IN IZGLED PREDMETA JAVNEGA NAROČILA/PONUDBE

#### ZAHTEVANO

#### 1 SPLOŠNO

Na agregatih HE Mavčiče se po izgradnji ni izvedlo meritev energetskih karakteristik turbine z dejanskim merjenjem pretoka (hidrometrična krilca), izvedle so se le meritve s primerjalno metodo (index test). Po obnovi sekundarne opreme na elektrarni, ki je vsebovala tudi zamenjavo turbinskega regulatorja, se je povečalo odprtje vodilnika (pred obnovo je bilo omejeno s strani proizvajalca), kar ima za posledico povečanje pretoka skozi agregat. Za optimalno delovanje turbine in maksimiranje izkoristka je potrebno preveriti kulisno razmerje z upoštevanjem dejanskega pretoka ter s tem povečati izkoristek agregata.

Meritve bodo prav tako podale dejanski izkoristek obstoječe turbine, ki bo služil kot izhodišče za analizo upravičenosti zamenjave turbine (gonilnik in vodilnik) z novo sodobno hidravlično obliko ter povečanim izkoristkom.



#### 1.1 OSNOVNI PODATKI HE MAVČIČE

Podatki o bazenih, pretokih in močeh		
reka		Sava
prispevno območje	km <sup>2</sup>	1480
celotni volumen akumulacije	m <sup>3</sup>	8.164.000

koristni volumen akumulacije	m <sup>3</sup>	1.665.000
normalna dnevna denivelacija	m	1,7
kota zgornje vode (poln bazen)	m n.v.	346,00
kota spodnje vode pri Q = 0	m n.v.	328,50
bruto padec	m	17,50
Qi HE	m <sup>3</sup> /s	260
Qi agr	m <sup>3</sup> /s	130
Pmax HE	MW	38
Pmax ag.	MW	20
Qsr letni	m <sup>3</sup> /s	64,2
Q <sub>1%</sub> (100 letni pretok)	m <sup>3</sup> /s	1580
Q <sub>0,1%</sub> (1000 letni pretok)	m <sup>3</sup> /s	1950
Wsr letna	GWh	68
Leto začetka obratovanja		1986
<b>Podatki turbin</b>		
vrsta		Kaplan
število		2
nazivna moč	MW	20,8
nazivni neto padec	m	16,9
nazivni pretok	m <sup>3</sup> /s	130
št vrtljajev	min <sup>-1</sup>	150
<b>Podatki generatorjev</b>		
vrsta		sinhronski
število		2
Nazivna moč	MVA	25
nazivna napetost	kV	10,5
nazivni tok	A	1375

## 2 OBSEG DEL

- Meritev energetskih karakteristik agregata;
- Meritev pretoka turbine z hidrometričnimi krilci;
- Umerjanje hidrometričnih krilc;
- Postavitev nosilnega križa hidrometričnih krilc;
- Namestitev hidrometričnik krilc na križ ter njihova povezava na merilni sistem;
- Poročilo o izvedenih delih z vključenimi rezultati meritev

### 2.1 MERITEV ENERGETSKIH KARAKTERISTIK AGRGATA

Meritve energetskih karakteristik agregata naj bodo imerjene na dveh različnih padcih (maksimalna kota zgornje vode in minimalna kota zgornje vode ob srednjem nivoju spodnje vode). Izvajalec lahko uporabi ustrezno certificirano in kalibrirano merilno opremo s pridobljenimi veljavnimi certifikati o kalibraciji (preverjeno s strani akreditirane institucije kot npr. SIQ). Karakteristika naj se izmerijo pri najmanj sedmih kotih gonilnika, pri vsakem od nastavljenih kotov gonilnika pa je



potrebno meritve izvesti pri najmanj pet odprtjih vodilnika. Veličine, ki jih je potrebno meriti so: nivo zgornje vode, nivo spodnje vode, moč agregata na sponkah, meritev pretoka, pozicija odprtja servomotorja vodilnika in gonilnika, diferencialni odklon tlaka na W-K priključkih, temperatura vode in izgube na fini rešetki.

## 2.2 **MERITEV PRETOKA TURBINE Z HIDROMETRIČNIMI KRILCI**

Meritve pretoka z absolutno metodo predvideva uporabo hidrometričnih krilc in jo opredeljujejo standardi IEC 60041, ISO 3354, ISO 3455 in ISO 7194, ponudnik pa jih mora pri izvedbi upoštevati.

Meritve naj se izvedejo z fiksno vgrajenimi nosilnimi profili (križem) hidrometričnih krilc v pretočnem traktu. Pretočni trakt je v natočnem delu razdeljen na dva enaka pravokotna dela širine 6150 mm in višine približno 7000 mm. Za optimiranje postavitve merilne ravnine se predhodno izdelava CFD analiza tokovnih razmer v območju od fine rešetke do vstopa v vodilnik. Število hidrometričnih krilc mora ustrezati zahtevam iz standarda (ISO 3354).

Maksimalna povprečna hitrost na merilni površini je približno 1,5 m/s (površina cca. 86 m<sup>2</sup>, nominal pretok turbine 130 m<sup>3</sup>/s). Merilne signale je potrebno zajeti z merilnim sistemom, ki je sposoben takojšnjega preračuna pretoka za posamezno merilno točko.

## 2.3 **UMERJANJE HIDROMETRIČNIH KRILC**

Hidrometrična krilca morajo biti pred izvedbo meritve kalibrirana tako, da je njihov pogrešek v celotnem področju meritev (od 0,2 do 1,5 m/s) znotraj  $\pm 0,2$  % izračunane linearne regresijske premice. Umerjanje krilc mora biti izvedeno na enakih nosilnih profilih, kot bodo montirani na samem objektu.

Umerjanje hidrometričnih krilc se izvede pri ustrezni akreditirani instituciji (kot npr. Brodarski inštitut Zagreb)

## 2.5 **POSTAVITEV NOSILNEGA KRIŽA HIDROMETRIČNIH KRILC**

Za namestitev hidrometričnih krilc v pretočni trakt je potrebno fiksno namestiti nosilne profile. Nosilni profili morajo biti take oblike, da ustvarjajo minimalni hidravlični upor. Skupna prečna površina nosilnih profilov ne sme presegati 6 % skupne površine pretočnega trakta na merilni ravnini. Naročnik v pomoč vnosa opreme nudi portalno dvigalo skupaj z upravljalcem.

## 2.6 **NAMESTITEV HIDROMETRIČNIH KRILC NA NOSILNE PROFILE TER NJIHOVA POVEZAVA NA MERILNI SISTEM**

Po uspešno izvedeni montaži nosilnih profilov je nanje potrebno namestiti hidrometrična krilca skladno z zahtevami standarda. V naslednjem koraku je potrebno vsa krilca povezati z merilnim sistemom, ter preveriti pravilnost delovanja vseh merilnih signalov. Pred polnjenjem pretočnega trakta je potrebno natančno in pazljivo zatesniti prehod merilnih vodnikov skozi tesnilni pokrov vstopnega jaška. Netesnost prehoda merilnih vodnikov lahko povzroči puščanje rečne vode v strojnico. Pred odstranitvijo predturbinskih zapornic tesnost preveri izvajalec skupaj z naročnikom, o čemer se pripravi zapisnik.

**3 POROČILO O IZVEDENIH MERITVAH**

Po zaključenih meritvah izvajalec naročniku v 30 dneh preda končno poročilo o izvedenih meritvah. Poročilo mora zajemati popis izvedenih meritev, pregled izmerjenih vrednosti za posamezni padec, umeritev W-K priključkov, izračun merilnih negotovosti, kombinatorno zvezo med vodilnikom in gonilnikom (kulisa) ter pregled upravičenosti morebitne zamenjave obstoječe turbine.

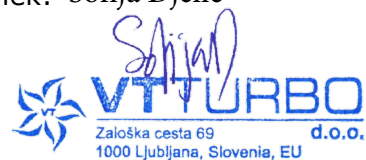
**4 PRILOGE**

- Načrt – Presek skozi agregat
- Načrt – Spiralno ohišje HE Mavčiče
- Načrt – Cevi pretokov in pritiskov
- Načrt – Vrata za vstop v špiralo

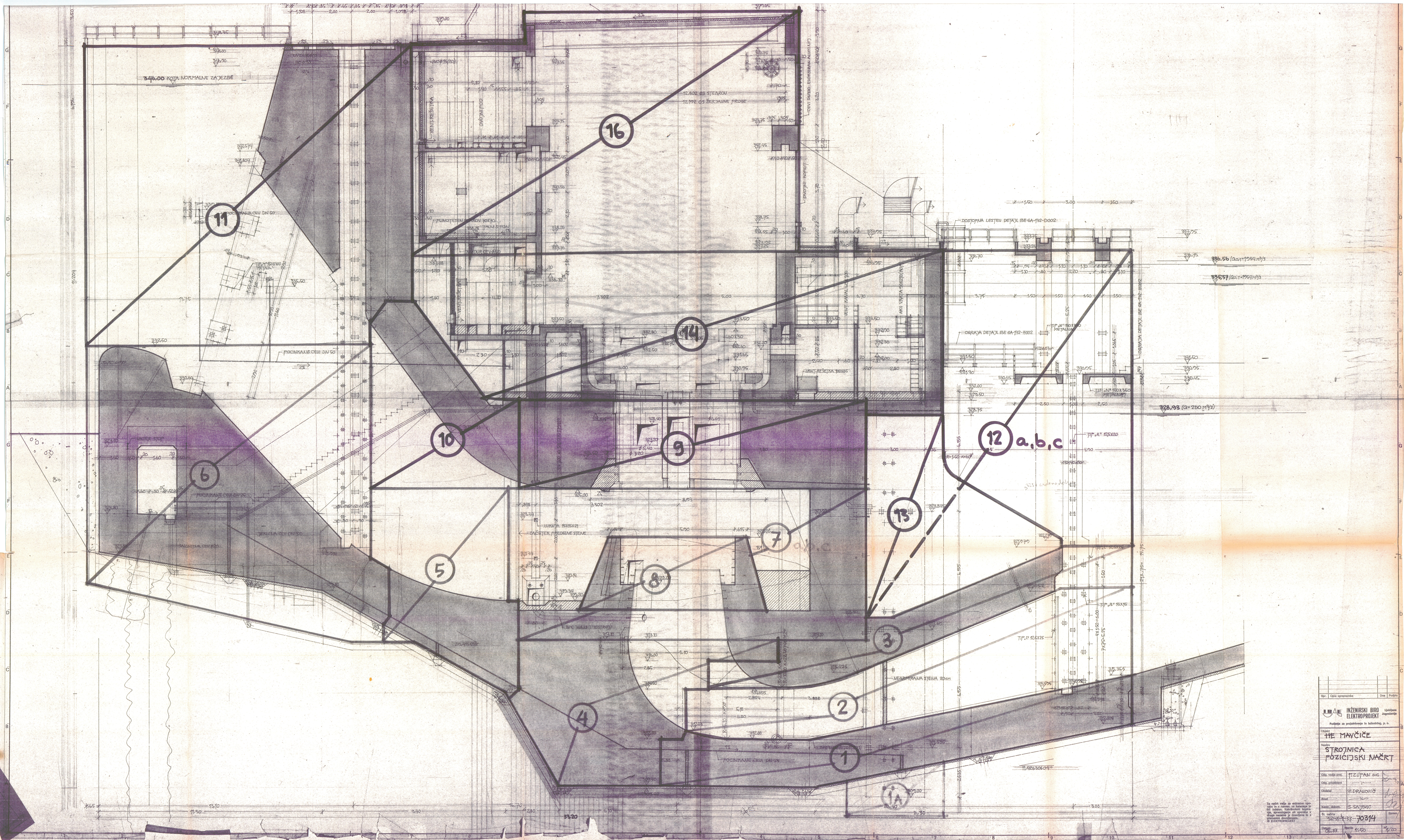
Zastopnik/pooblaščen predstavnik ponudnika izjavljam, da vse ponujene storitve v celoti ustrezajo zgoraj navedenim opisom.

V/na Ljubljani , dne 21.06.2023

Ime in priimek: Sofija Djelić







Proj. Datum izmjena	Proj. Datum
<b>INŽENJERSKI BIRO</b> <b>ELEKTROPROJEKT</b> Podružnica za projektiranje inženjering, p. o.	
<b>HE MAVČIČE</b> Inženjerska služba	
<b>STROJNICA</b> <b>POZICIJSKI NAČRT</b>	
Osnovni naziv objekta	IZJUFAN DIC
Osnovni projektant	Z. DRACONIS
Projektant	S. SINTJIC
Šifra objekta	70314
Šifra projekta	1.50
Šifra lista	1.00

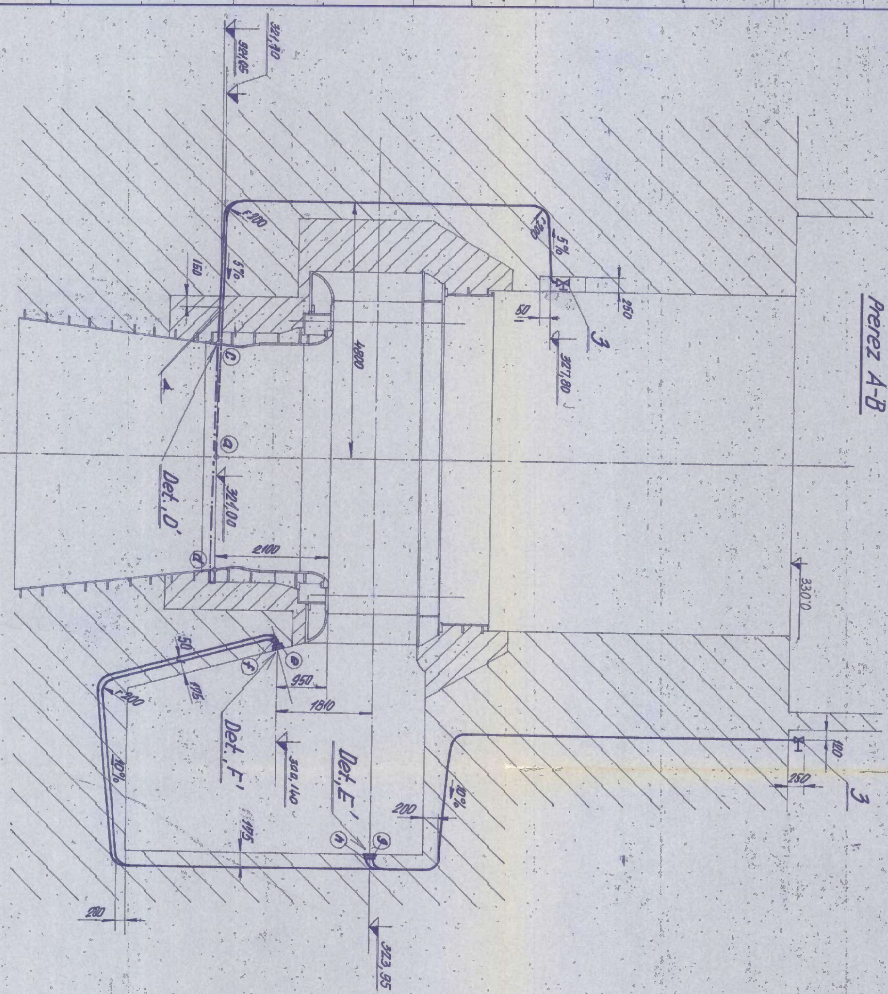
Ta radnja važi za osnovni projekt  
 koji je u skladu sa tehničkim  
 uslovima, tabličnim ispisom  
 i odgovarajućim uslovima  
 koje su navedene u opširnoj  
 dokumentaciji projekta.







Prez A-B

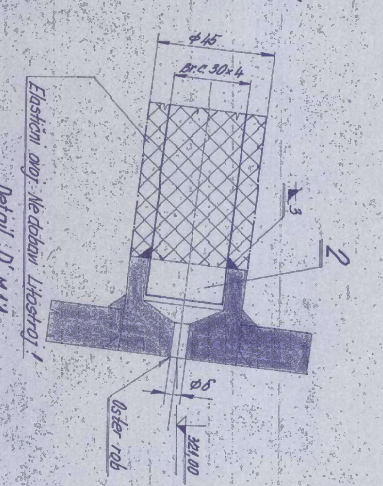
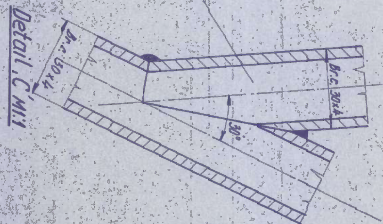
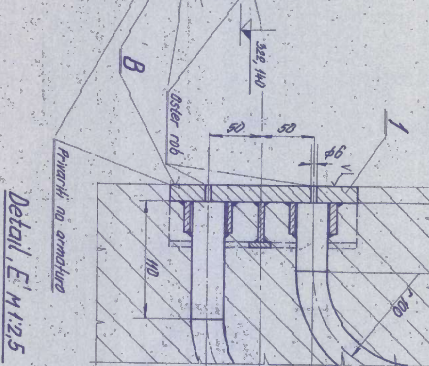
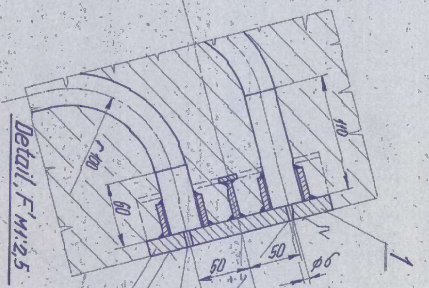
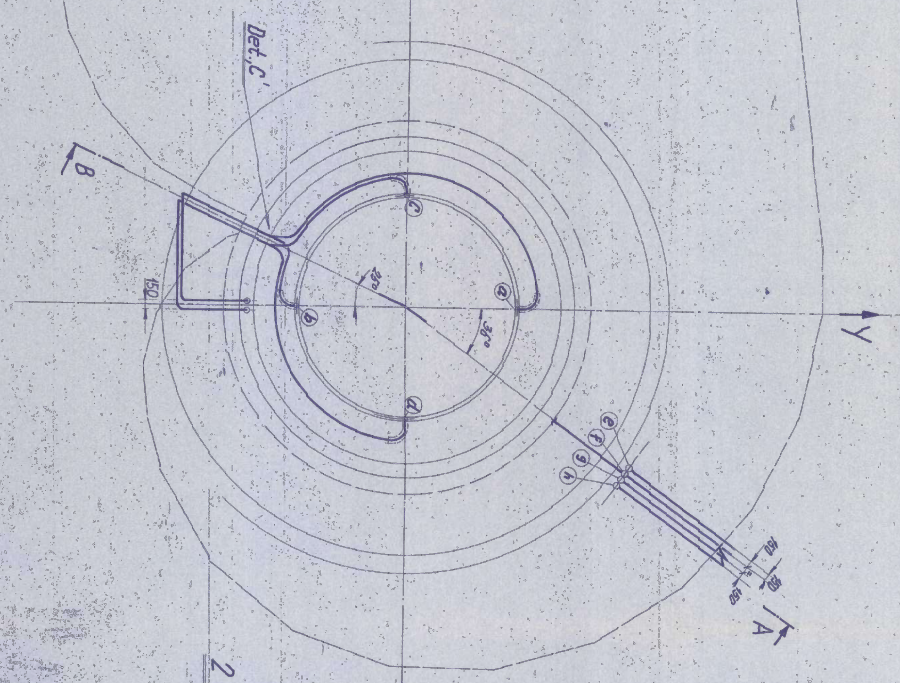
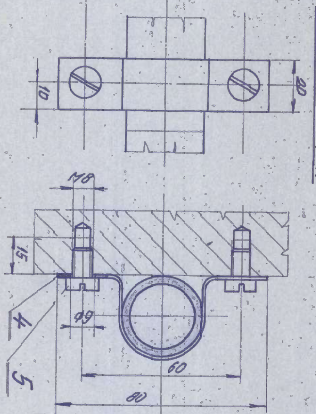


Površinska zaščita po UTK  
 voda : šifra 38220  
 beton : šifra 66310  
 cevi do  $\varnothing 70$  mm : šifra 51110

Vse cevi rezati variti in kroviti pri montaži v centrali.  
 Kontrolni postopki : 662  
 112 preizkus HAK 0,4 m

Radij krivljenja cevi min.  $r = 100$  mm  
 vse cevi, manjše metri min. padec 5% (proti sesetani cevi ali spuščali!)  
 pri betoniranju paziti na morebitne poškodbe cevodolov če prihrati na armaturo, ploščo paz. / prihrati na dimenzije

Detaili prikazuje cevi na robu gornjokotnega okna pri montaži v HE M11



Št.	Opis	Material	Merila	Št.	Opis	Material	Merila
5	Vijke M8x16	20.N.M.101	60	100	904	0,5	
4	Pl. 15x250x500		1	6046	1,5	1,5	
3	Veljki LD 50-5/16K	BANED	6		2	12	
2	Br. šiv. cevi 300x4 x 1000	MS.C.05.230	1	21210	3072	307,2	
1	Ploščo	103P.320.2	2		5	10	

Material	Merila	Št.	Opis
LITOSTROJ	27.10.00	1	Službeni list
Material	PREDEL	1	JENK.O
Material	PREDEL	1	JENK.O

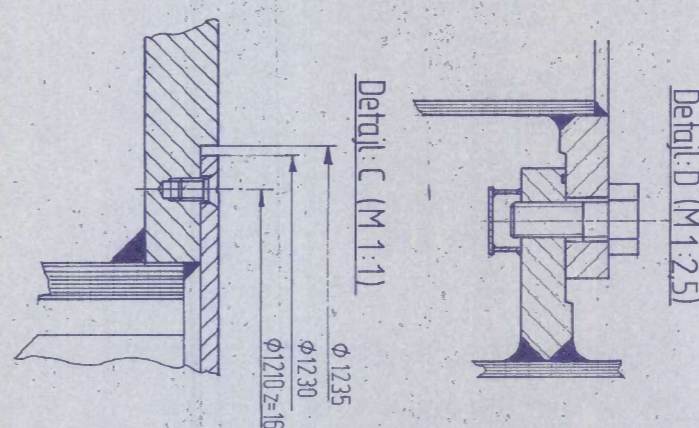
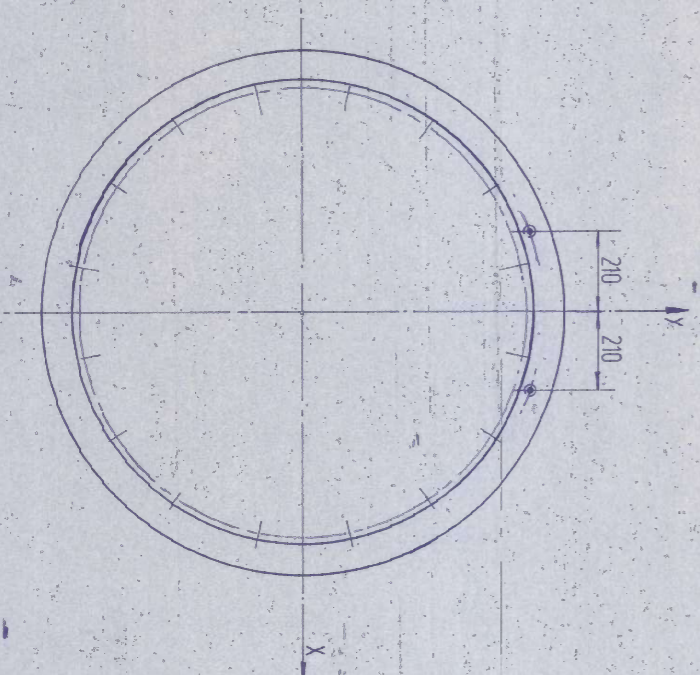
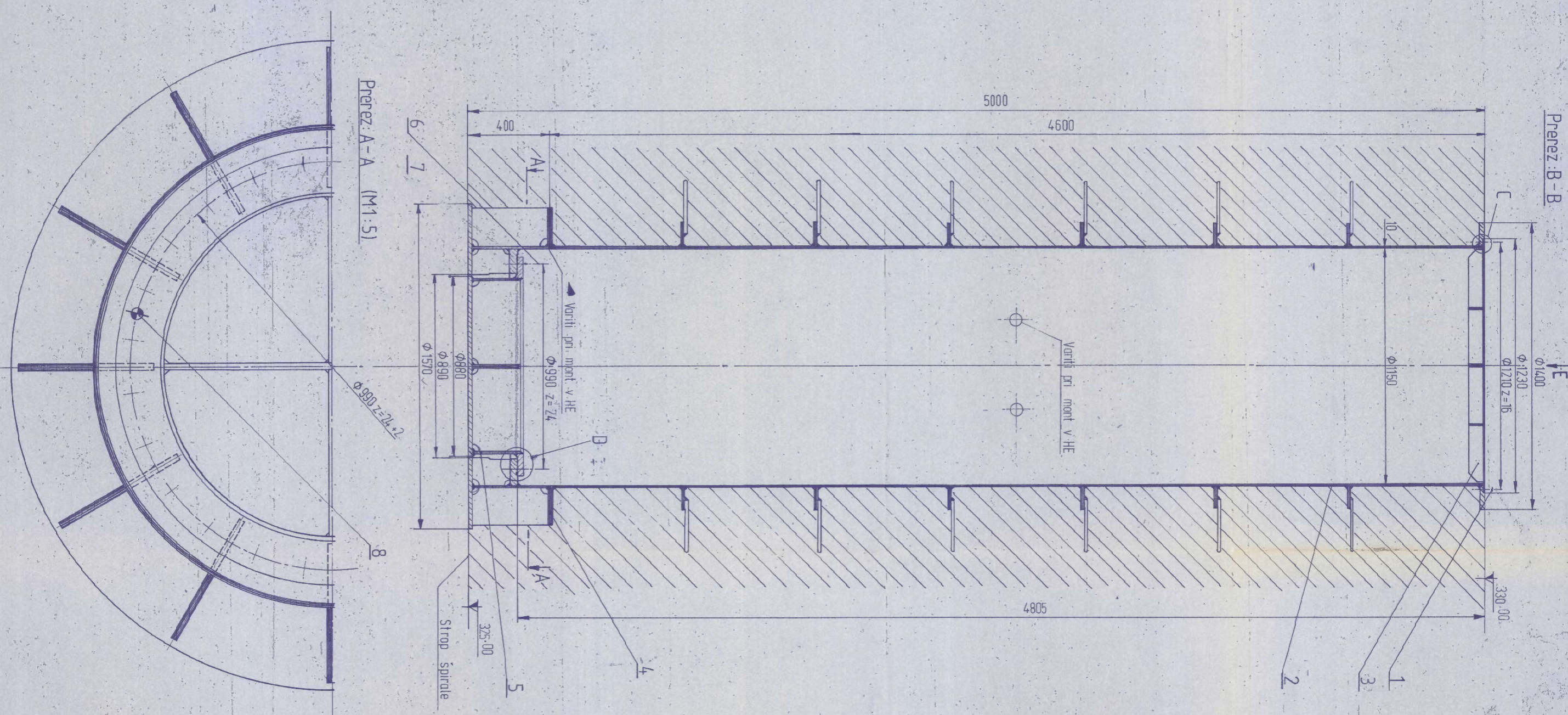
Material	Merila	Št.	Opis
LITOSTROJ	27.10.00	1	Službeni list
Material	PREDEL	1	JENK.O
Material	PREDEL	1	JENK.O

Če pri preloži in prihrskoi

1038529 01/01

Št. 1038529 01/01  
 Datum: 11.11.2011  
 Ime: [illegible]  
 Opis sprejemob (bilo je): [illegible]  
 Sprejemnik: [illegible]  
 Datum: 11.11.2011  
 Ime: [illegible]  
 Opis sprejemob (bilo je): [illegible]  
 Sprejemnik: [illegible]





Šifra	Ime	Opis	Šifra	Opis	Šifra	Opis	Šifra	Opis	Šifra	Opis
8	Zatič	1038.132	2	C.1430.51	102	04				
7	Okr.guma $\phi 6 \times 3200$		1	perbunan	0.04	0.12				
6	Vijak M27 $\times 65$	U.S.M.B1.053	24	5-6	0.319	7.65				
5	Vrata	1038.130	1			275.5				
4	Ohišje vrat špičale	1038.129	1			644.1				
3	Pokrov	1038.128	1			79				
2	Ohišje vhoda	1038.127	1			170.4				
1	Vijak M6 $\times 12$	U.S.M.B1.130	16	B5-8	0.01	0.16				

		Konstruktor: <b>OLIPOVD F.</b> Pregledat: <i>[Signature]</i> Odobril: <i>[Signature]</i>	Merilo: <b>1:10</b> 1:5 1:1
Mera - Vrednost	2.727	Podpis: <b>KO3</b>	
<b>Vrata za dostop v špičalo</b>			
Šifra	1038126	Šifra	1038126

1:1 2:1 3:1 4:1 5:1 6:1 7:1 8:1 9:1 10:1 11:1 12:1 13:1 14:1 15:1 16:1 17:1 18:1 19:1 20:1 21:1 22:1 23:1 24:1 25:1 26:1 27:1 28:1 29:1 30:1 31:1 32:1 33:1 34:1 35:1 36:1 37:1 38:1 39:1 40:1 41:1 42:1 43:1 44:1 45:1 46:1 47:1 48:1 49:1 50:1 51:1 52:1 53:1 54:1 55:1 56:1 57:1 58:1 59:1 60:1 61:1 62:1 63:1 64:1 65:1 66:1 67:1 68:1 69:1 70:1 71:1 72:1 73:1 74:1 75:1 76:1 77:1 78:1 79:1 80:1 81:1 82:1 83:1 84:1 85:1 86:1 87:1 88:1 89:1 90:1 91:1 92:1 93:1 94:1 95:1 96:1 97:1 98:1 99:1 100:1