

JP „ELEKTROPRIVREDA SRBIJE“
BEOGRAD



IDEJNI PROJEKAT

REKONSTRUKCIJE OBJEKATA POSTOJEĆE MHE TEMAC

OBJEKAT XI: MHE „TEMAC”NA RECI TEMŠTICI

6 – PROJEKAT MAŠINSKE I HIDROMECHANİČKE OPREME



13051-IDP-XI-06

ME ENERGOPROJEKT
HIDROINŽENJERING a.d.

Beograd, Jun 2019.



0. OPŠTA DOKUMENTACIJA

0.1. NASLOVNA STRANA

PROJEKAT Idejni projekat rekonstrukcije objekata postojeće MHE Temac objekat XI: MHE „Temac” na reci Temštici

Investitor: JP “ELEKTROPRIVREDA SRBIJE” ul. Balkanska 13, Beograd

Objekat: MHE Temac na reci Temštici u mestu Temska (Stara planina). Pripada katastarskoj opštini Temska na katastarskoj parceli br. 3228 broj dela parcele 1.

Vrsta tehničke dokumentacije: IDP Idejni projekat

Naziv i oznaka dela projekta: 6 – PROJEKAT MAŠINSKE I HIDROMEhaničke OPREME

Za građenje/izvođenje radova: Rekonstrukcija

Pečat i potpis: Energoprojekt-Hidroinženjering a.d., Bul. Mihaila Pupina 12, Beograd

mr Bratislav Stišović, dipl. inž.

Direktor



Bratislav Stišović
1629600719-280
3958710154

Digitally signed by
Bratislav Stišović
1629600719-2803958710
154
Date: 2019.07.04
15:45:23 +02'00'

Pečat i potpis:

Odgovorni projektant:
Slobodan Vulović, dipl. inž. maš., br. licence 332 L275 12



Slobodan Vulović
1891771033-241
0981792638

Digitally signed by
Slobodan Vulović
1891771033-241098179263
8
Date: 2019.07.04 14:12:51
+02'00'

Broj dela projekta: 13051-IDP-XI-06

Mesto i datum: Beograd, Jun 2019.godine

0.2. SADRŽAJ

0.	OPŠTA DOKUMENTACIJA.....	O.1-1
0.1.	NASLOVNA STRANA.....	O.1-1
0.2.	SADRŽAJ.....	O.2-1
0.3.	LEGENDA PROJEKTA.....	O.3-1
0.4.	REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA.....	O.4-1
0.5.	IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA MAŠINSKE I HIDROMEHANIČKE OPREME	O.5-1
0.6.	IZVOD IZ PRIVREDNOG REGISTRA.....	O.6-1
0.7.	LICENCA PREDUZEĆA.....	O.7-1
0.8.	LICENCE PROJEKTANATA	O.8-1
0.9.	REŠENJE O ODREĐIVANJU VRŠIOCA UNUTRAŠNJE KONTROLE.....	O.9-1
0.10.	SAGLASNOST STRUČNOG SAVETA	O.10-1
I.	TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA.....	TD.I-1
II.	NUMERIČKA DOKUMENTACIJA	ND.II-1
III.	GRAFIČKA DOKUMENTACIJA	GD.III-1

0.3. LEGENDA PROJEKTA

Projektna dokumentacija:

IDEJNI PROJEKAT

REKONSTRUKCIJE OBJEKATA POSTOJEĆE MHE TEMAC

OBJEKAT XI: MHE „TEMAC”NA RECI TEMŠTICI

6 – PROJEKAT MAŠINSKE I HIDROMECHANİČKE OPREME

izrađena je u ENERGOPROJEKT–HIDROINŽENJERING-u, akcionarskom društvu za projektovanje, konsalting i inženjering hidroenergetskih, vodoprivrednih i infrastrukturnih objekata i sistema, Beograd, po ugovoru 13051-204 zaključenom sa JP ELEKTROPROVREDA SRBIJE – Beograd.

UČESNICI U IZRADI DOKUMENTACIJE

GLAVNI PROJEKTANT:

Nenad Lazić, dipl.inž.el.
Licenca br. 350 H 463 09

ODGOVORNI PROJEKTANT:

Slobodan Vulović, dipl.inž.maš.
Licenca br. 332 L275 12

PROJEKTANTI I SARADNICI:

Biljana Marinković, dipl.inž.maš.

VRŠILAC UNUTRAŠNJE KONTROLE:

Jovan Bolić, dipl.inž.maš.
Licenca br. 332 F205 07

0.4. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA

Na osnovu člana 128. Zakona o planiranju i izgradnji ("Službeni glasnik RS", br. 72/09, 81/09 - ispravka, 64/10 - odluka US, 24/11 i 121/12, 42/13 - odluka US, 50/13 - odluka US, 98/13 - odluka US, 132/14, 145/14 i 83/2018) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i način vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata ("Službeni glasnik RS", br. 23/2015 i 72/2018) kao:

ODGOVORNI PROJEKTANT

za izradu

6 – PROJEKTA MAŠINSKE I HIDROMECHANİČKE OPREME

koji je deo Idejnog projekta rekonstrukcije objekata postojeće MHE „Temac“, u mestu Temska, katastarska opština Temska, katastarska parcela br. 3228 broj dela parcele¹

određuje se:

Slobodan Vulović, dipl. maš. inž., licenca br. 332 L275 12

Projektant: Energoprojekt-Hidroinženjering a.d.
Bul. Mihaila Pupina 12, Beograd

Odgovorno lice/zastupnik: mr Bratislav Stišović, dipl. inž.
Direktor

Pečat:

Potpis:



Bratislav Stišović
1629600719-280
3958710154

Digitally signed by Bratislav Stišović
1629600719-2803958710154
Date: 2019.07.04 15:46:59
+02'00'

Broj tehničke dokumentacije: 13051-IDP-XI-06

Mesto i datum: Beograd, jun 2019.godine

0.5. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA MAŠINSKE I HIDROMECHANİČKE OPREME

Odgovorni projektant Idejnog projekta rekonstrukcije objekata postojeće MHE „Temač“, u mestu Temska, katastarska opština Temska, katastarska parcela br. 3228 broj dela parcele 1

Slobodan Vulović, diplomirani inženjer mašinstva

IZJAVLJUJEM

1. da je projekat izrađen u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, propisima, standardima i normativima iz oblasti izgradnje objekata i pravilima struke;
2. da su pri izradi projekta poštovane sve propisane i utvrđene mere i preporuke za ispunjenje osnovnih zahteva za objekat i da je projekat izrađen u skladu sa merama i preporukama kojima se dokazuje ispunjenost osnovnih zahteva, propisanih elaboratima i studijama.

Odgovorni projektant:

Slobodan Vulović, dipl.inž.maš.

Broj licence:

332 L275 12

Pečat:



Potpis:



Digitally signed by
Slobodan Vulović
1891771033-2410981792
638
Date: 2019.07.04 14:13:26
+02'00'

Broj tehničke dokumentacije:

13051-IDP-XI-06

Mesto i datum:

Beograd, jun 2019.godine

0.6. IZVOD IZ PRIVREDNOG REGISTRA

ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING akcionarsko društvo za istražne radove, projektovanje, konsalting i inženjering hidroenergetskih, vodoprivrednih i infrastrukturnih objekata i sistema Beograda, bul. Mihaila Pupina 12 upisano je u Registar Agencije za privredne registre Republike Srbije pod matičnim brojem 07023065.

0.7. LICENCA PREDUZEĆA

Na osnovu rešenja Ministarstva životne sredine i prostornog planiranja, Sektor za građevinarstvo, investicije i građevinsko zemljište br. 351-02-08826/2016-07 od 29.09.2016.god. utvrđuje se da ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING akcionarsko društvo za istražne radove, projektovanje, konsalting i inženjering hidroenergetskih, vodoprivrednih i infrastrukturnih objekata i sistema Beograda, bul. Mihaila Pupina 12 ispunjava uslove za dobijanje licence za izradu tehničke dokumentacije za objekte za koje građevinsku dozvolu izdaje ministarstvo nadležno za poslove građevinarstva ili nadležni organ autonomne pokrajne.

Utvrdjivanje verodostojnosti navedenih podataka vrši se prema potrebi uvidom u predmetni registar.

0.8. LICENCE PROJEKTANATA

Inženjerska komora Srbije dodeljuje licencu projektanta br. 332 L275 12 dipl. inž. Slobodanu Vuloviću, na osnovu Zakona o planiranju i izgradnji i Statuta Inženjerske komore Srbije.

Utvrdjivanje verodostojnosti navedenih podataka vrši se prema potrebi uvidom u predmetni registar.

0.9. REŠENJE O ODREĐIVANJU VRŠIOCA UNUTRAŠNJE KONTROLE

Saglasno internim standardima preduzeća, donosim

REŠENJE

Za izradu projektne dokumentacije

IDEJNI PROJEKAT

REKONSTRUKCIJE OBJEKATA POSTOJEĆE MHE TEMAC

OBJEKAT XI: MHE „TEMAC”NA RECI TEMŠTICI

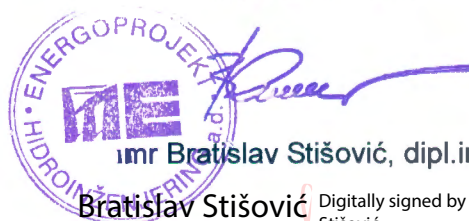
6 – PROJEKAT MAŠINSKE I HIDROMECHANİČKE OPREME

određuju se sledeća stručna lica:

VRŠILAC UNUTRAŠNJE KONTROLE: Jovan Bolić, dipl.inž.maš.
Licenca br. 332 F205 07

ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING AD DIREKTOR

Datum: Jun, 2019.god.



mr Bratislav Stišović, dipl.inž.

Bratislav Stišović
1629600719-280
3958710154

Digitally signed by Bratislav Stišović
1629600719-2803958710154
Date: 2019.07.04 15:48:17
+02'00'

0.10. SAGLASNOST STRUČNOG SAVETA

Na svojoj 41/2016 sednici održanoj dana 10.05.2016. Stručni savet ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING a.d. razmatrao je i usvojio projektnu dokumentaciju:

IDEJNI PROJEKAT

REKONSTRUKCIJE OBJEKATA POSTOJEĆE MHE TEMAC

OBJEKAT XI: MHE „TEMAC” NA RECI TEMŠTICI

6 – PROJEKAT MAŠINSKE I HIDROMEHANIČKE OPREME

Na osnovu ove saglasnosti, predmetna projektna dokumentacija se može isporučiti Naručiocu.

**PRESEDAVAJUĆI
STRUČNOG SAVETA**



dr. Vladimir Beličević dipl.inž.

Vladimir Beličević
1316861068-2611957
710189

Digitally signed by Vladimir
Beličević
1316861068-2611957710189
Date: 2019.07.04 15:44:05 +02'00'



I. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

SADRŽAJ TEKSTUALNE DOKUMENTACIJE

I.	TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA	1
1.	UVOD	3
1.1.	Predmet, obim i granice projekta.....	3
1.2.	Osnovna namena projekta i odnos prema ostaloj dokumentaciji	3
1.3.	Projektni kriterijumi.....	3
2.	KONCEPCIJA I OPIS OBJEKTA I OPREME	4
2.1.	Opšti opis objekta i opreme.....	4
2.2.	Osnovne tehničke karakteristike glavnih objekata i opreme (postojeće stanje).....	5
3.	TEHNIČKI IZVEŠTAJ ZA REKONSTRUKCIJU OPREME	9
3.1.	Oprema mašinske zgrade	9
3.1.1.	Turbina	9
3.1.2.	Turbinski regulator	14
3.1.3.	Predturbinski zatvarači.....	16
3.1.4.	Dizalica u mašinskoj sali	18
3.1.5.	Dovodni cevovod i oprema za pražnjenje cevovoda.....	19
3.2.	Pomoćni mašinski sistemi agregata i elektrane	20
3.2.1.	Sistem drenaže	20
3.2.2.	Sistem grejanja i ventilacije	21
3.3.	Merna i sigurnosna oprema elektrane	24
3.3.1.	Opis postojećeg stanja.....	24
3.3.2.	Opis rekonstrukcije	24
3.4.	Alat i rezervni delovi	25
3.4.1.	Alat	25
3.4.2.	Rezervni delovi	25
4.	TRANSPORT I MONTAŽA OPREME	27
4.1.	Lokacija	27
4.2.	Transport	27
4.3.	Demontaža postojeće i montaža nove opreme	27
4.3.1.	Dizalica u mašinskoj zgradi.....	28
4.3.2.	Predturbinski zatvarači i cevovodi	28
4.3.3.	Turbine i regulator.....	28
4.4.	Termin plan.....	28

1. UVOD

1.1. Predmet, obim i granice projekta

Predmet ovog Idejnog projekta je rekonstrukcija opreme na MHE "Temac", inoviranje postojećeg stanja opreme elektrane i ukoliko je to moguće, njeno poboljšanje.

Postojeća mašinska oprema na MHE „Temac“ u pogonu je od puštanja hidroelektrane u rad 1940. godine. Uzevši u obzir tako dugu upotrebu, sa samo eksploatacionim održavanjem opreme, i zahteve za ostvarivanje sigurnosti i pouzdanosti rada u narednom eksploatacionom periodu, predviđena je rekonstrukcija u okviru koje će biti izvršena reparacija stare i zamena mašinske opreme novom, optimalnih tehničkih karakteristika.

Postrojenje je derivacionog tipa u čijem sastavu su: lučna gravitaciona brana, bočni vodozahvat, dovodni tunel i cevovod pod pritiskom i mašinska zgrada sa odvodnom vodom.

Mašinska deo projekta rekonstrukcije MHE Temac obuhvata opremu smeštenu u mašinskoj zgradi, koja se odnosi na:

- turbine sa turbinskim regulatorima,
- predturbinske zatvarače,
- dizalicu u mašinskoj sali
- cevovod u mašinskoj zgradi sa turbinskim ograncima cevovoda,
- pomoćne mašinske sisteme agregata i elektrane.

Hidromehanička oprema na derivacionim objektima do elektrane nije predmet rekonstrukcije u okviru ovog idejnog projekta.

1.2. Osnovna namena projekta i odnos prema ostaloj dokumentaciji

Idejni mašinski projekat namenjen je, zajedno sa ostalim delovima ovog Idejnog projekta, za potrebe dobijanja rešenja o odobrenju za izvođenje radova. Projekat je urađen u skladu sa ostalim delovima projekta (0: Glavna sveska, 2: Građevinski projekat, 4: Projekat elektroenergetskih instalacija, 5: Projekat telekomunikacionih i signalnih instalacija i elaborat zaštite od požara).

1.3. Projektni kriterijumi

Prilikom projektovanja i izbora opreme i delova predmetne MHE projektant se, u prvom redu, pridržavao zahteva iz Projektnog zadatka, zakonskih propisa, primenjivih domaćih i međunarodnih standarda i primenjivao iskustva u projektovanju opreme i instalacija sličnih namena.

2. KONCEPCIJA I OPIS OBJEKTA I OPREME

2.1. Opšti opis objekta i opreme

Mala hidroelektrana "Temac" nalazi se na reci Temštici u podnožju Stare planine kod Pirota. Hidroelektrana je izgrađena i puštena u rad 1940. godine. MHE Temac je postrojenje derivacionog tipa, koje u svom sastavu ima: zalučenu pregradu u koritu reke, vodozahvat, dovodni tunel po pritiskom, cevovod pod pritiskom smešten u pokrivenom kanalu i mašinsku zgradu sa odvodnom vodom. Projektovani Instalirani protok MHE iznosi $3,65 \text{ m}^3/\text{s}$ instalirana snaga 503,8 kW na pragu elektrane, a procenjena moguća godišnja proizvodnja 1,9 GWh/god, dok ostvarena proizvodnja iznosi 1,363 GWh/god.

Ova elektrana je postrojenje derivacionog tipa u čijem sastavu su:

- lična gravitaciona brana,
- bočni vodozahvat,
- dovodni tunel,
- cevovod pod pritiskom,
- mašinska zgrada sa odvodnom vodom.

Brana sa vodozahvatom je locirana reci Temštici na stacionaži rečnog toka km14+600.

Na levom boku obale izveden je prolaz za ribe u vidu stepenica. Širina prolaza za ribe je 0,7 m. Sa 7 stepenica savlađuje se visinska razlika između kote 435,30 mnm (kota dna na ulazu u riblju stazu) i kote 430,85 mnm (kota dna na izlazu iz riblje staze).

Na levom boku prelivnog dela brane na osnovu rastojanju od oko 6,5 m od ose riblje staze, kroz telo pregrade, lociran je ispust dimenzija 1,5 m x 1,5 m. Ovaj ispust je zatvoren drvenim talpama.

Otvor za ispiranje nanosa u desnom boku brane kontrolisan je ustavom od hrastovih talpi u gvozdenom ramu, na elekro i ručni pogon. Platforma za rukovanje ustavom je podignuta iznad najveće vode na koti 439,90 mnm. Kota dna otvora za ispiranje nanosa je 432,80 mnm.

Nizvodno od brane je slapište dužine 25 m, Konstrukciju slapišta od hrastove ili čamove građe, čine šipovi na rastojanju od 3m, za koje su učvršćena klešta, a zatim talpe koje prekrivaju celu površinu slapišta. Kota dna ovog dela slapišta je približno oko 429 mnm.

Kota krune prelivnog praga iznosi 435,40 mnm, visine iznad terena oko 4 m i dužine u kruni 36,5 m, dok je dužina cele konstrukcije (prelivnog i neprelivnog dela) brane oko 50 m. Kota krune brane prelivnog dela je na koti 435,40 mnm, a platforme za rukovanje zatvaračima 439,9 m (0,5

m iznad maksimalne vode pri radu preliva). Kapacitet preliva je $Q_{prel} = 630 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$, sa visinom prelivnog mlaza oko 4 m za dužinu prelivne ivice oko 38 m.

Vodozahvat je lociran u desnom boku pregrade. Ukupna širina bočnog vodozahvata je prema merenju na terenu širine 5,5 m sa grubom rešetkom na početku širine 5,5 m i visine 4,0 m sa vertikalnim štapovima sa slobodnim otvorom između štapova 3 cm i kotom dna praga ulazne građevine 432,80 mnm. Kota dna na ulazu u tunel iznosi 432,80 mnm.

Od zahvata do mašinske zgrade trasiran je najpre derivacioni tunel koji čini štolna u nagibu kroz masivni blok crvenog pešćara prečnika 2,2 m sa betonskom oblogom 30 cm, omalterisana cementnim malterom, tako da čist proticajni profil iznosi 1,6 m. Tunel je dužine 30,10 m. Deo derivacije od bloka pešćara do mašinske zgrade čini čelini cevovod dužine 20 m, prečnika 1,6 m

do račve sa odvojcima za svaku turbinu gde se smanjuje na prečnik 1,0 m za prvu turbinu, a zatim na 0,8 m za drugu i treću.

Na nizvodnom delu taložnice nalazi se drveni tablasti zatvarač, na elektromotorni pogon, sa mogućnošću ručne manipulacije. Dimenzije zatvarača su b x h 1,7 x 3,0m, sa kotom praga na 432,77mm. Funkcija zatvarača je da, kada je u podignutom položaju omogući ispiranje nanosa, dok pri radu elektrane, uvek se drži u zatvorenom položaju. Manipulacija zatvaračem vrši se sa gornje platforme, sa kote 439,90mm.

Na kraju taložnice ispred tunelskog dovoda nalazi se fina rešetka i tablasti zatvarač. Rešetka je čelične konstrukcije sastavljena, iz tri panela, od horizontalnih nosećih i vertikalnih štapova na razmaku od 2cm. Dimenzije rešetke su b x h 3,0 x 4,0m, i postavljena je pod uglom od 75°. Čišćenje rešetke se vrši ručno, grabuljom, sa betonske platforme iznad rešetke, kota 436,70mm.

Iza rešetke na samom ulazu u tunel postavljen je drveni tablasti zatvarač na elektromotorni pogon. Dimenzije zatvarača su b x h 1,7 x 3,0m. Manipulacija zatvaračem vrši se sa gornje betonske platforme na koti 439,90mm.

Obzirom na to da se između brane i mašinske zgrade nalazi prevoj, prvi deo derivacije, polazeći od zatvarača iza fine rešetke, je tunelskog tipa probijen kroz stenu. Protočni deo je prečnika 1,6m ukupne dužine oko 30m. Na kraju tunela izveden je prelazak na čelični cevovod DN1600, dužine 20m, koji vodi sve do račve, ispred mašinske zgrade.

Mašinska zgrada ima dimenzije u osnovi 17,43 m x 16,9 m i smeštena je na platou na koti 418,60 mm. Sve dimenzije mašinske zgrade date u okviru ovog projekta su dobijene na osnovu ručnog merenja metrom spoljašnjih dimenzija mašinske zgrade. Zgrada se sastoji iz mašinske sale, razvodnog postrojenja, trafo boksa i kancelarije. Dimenzije mašinske sale su 8,0 x 16,0 m, visine 5,5m, sa kotom poda na 418,90 mm. U mašinskoj Sali sa podom na koti 418,90 mm je smeštena kompletna mašinska i elektrooprema. Osa prvog agregata je na koti 419,90 mm, drugog agregata 419,70 mm i trećeg agregata na koti 419,65 mm.

Proizvodne agregate čine tri Fransis horizontalna agregata (projektovano $Q_i = 0,6 \frac{m^3}{s} + 0,95 \frac{m^3}{s} + 2,10 \frac{m^3}{s} = 3,65 \frac{m^3}{s}$). U mašinskoj zgradi su smešteni radionica i magacinske prostorije mašinske i elektro opreme, kao i sva potrebna oprema za upravljanje agregatima elektrane.

Odvodna vada, trapezastog poprečnog preseka sa oblogom od lomljenog kamena, je dužine 150m. Kota dna odvodne vade na izlazu iz mašinske zgrade iznosi 413,64 mm (dubina vode pri $Q_i = 3,65 \frac{m^3}{s}$ iznosi 0,51 m). Širine je oko 3,0 m.

2.2. Osnovne tehničke karakteristike glavnih objekata i opreme (postojeće stanje)

Hidroelektrana

- Naziv MHE "Temac"
- Reka Temštica
- Lokacija..... Temska (Stara planina)
- Godina puštanja u rad 1940
- Vrsta MHE derivaciona
- Broj turbina 3

- Tip turbina..... horizontalna, Fransis turbina
- Instalirana snaga elektrane 775 kW
- Prosečna godišnja proizvodnja 1363 MWh

Topografski i hidrološki podaci

- Srednji godišnji protok na reci Temštica 3,76 m³/s
- Instalirani protok hidroelektrane 3,65 m³/s

Karakteristični nivoi gornje i donje vode

- Kota normalnog uspora..... 435,40 m.n.m.
- Max. kota gornje vode 435,40 m.n.m.
- Kota donje vode 414,62 m.n.m. (pri Qi= 3,65 m³/s)

Karakteristični pad

- Neto pad 20,78 m

Brana i vodozahvat

- Tip kamena, betonska
- Dužina..... 50 m
- Visina brane iznad zemlje 4 m
- Vrsta preliva slobodni preliv
- Širina preliva 36,5 m
- Kota preliva 435,40 m.n.m.
- Kapacitet preliva 630 m³/s
- Riblja staza..... stepenice, levo gledano nizvodno

Zatvarači

- Tip klizni, drveni
- Broj zatvarača..... 2
- Dimenzije 2,05 x 3,0 i 1,7 x 3,0 m
- Pogon elektromotor

Rešetke

- Tip gruba i fina
- Dimenzije 5,5m x 4,0 m i 3,0m x 4,0m
- Razmak između štapova..... 3cm i 2cm
- Ugao nagiba prema horizontali 90° i 75°

Derivacija

Tunel

- Tip betonsko-čelični tunel

- Poprečni presek tunela i dimenzije kružni, D=1,6m
- Dužina tunela..... 30,10 m

Cevovod

- Tip čelični, položen u prekriveni kanal
- Dimenzije 1600mm
- Dužina..... 20m
- Broj račvanja 3
- Dimenzije zatvarača 1000 + 2 x 800 mm

Mašinska zgrada

- Tip mašinske zgrade površinska
- Dimenzije mašinske zgrade 17,43 m x 16,9 m
- Kota poda mašinske sale 418,90 m.n.m.

Turbine

- Tip turbina..... Fransijs, horizontalna
- Broj turbina 3
- Instalirani protok..... 2,1 + 0,95 + 0,6 m³/s
- Instalirana snaga..... 421 + 236+168 kW
- Kota ose radnog kola 419,90; 419,70; 419,65 m.n.m.

Turbinski regulator

- Tip centrifugalni

Generatori

Generator1

- Prividna snaga generatora 500 kVA
- Napon generatora 400 V
- Struja generatora..... 720 A
- Faktor snage..... 0,8
- Brzina obrtanja 500 min⁻¹
- Nazivni napon pobude 150 V
- Nazivna struja pobude 150 A
- Proizvođač..... Ganz

Generator 2

- Prividna snaga generatora 280 kVA
- Napon generatora 400 V
- Struja generatora..... 404 A
- Faktor snage..... 0,8

- Brzina obrtanja 1000 min⁻¹
- Nazivni napon pobude 115 V
- Nazivna struja pobude 40 A
- Proizvođač..... AEG

Generator 3

- Prividna snaga generatora 160 kVA
- Napon generatora 400V
- Struja generatora..... 231 A
- Faktor snage..... 0,8
- Brzina obrtanja 600/750 min⁻¹
- Nazivni napon pobude 40 V
- Nazivna struja pobude 45,3 A
- Proizvođač..... Siemens

Transformatori

- Odnos napona..... 10/0,4 kV/ kV
- Prividna snaga transformatora..... 400 kVA
- Odnos napona..... 10/0,4 kV/ kV
- Prividna snaga transformatora..... 630 kVA

Dizalica

- Tip mosni kran
- Nosivost..... 3 t
- Raspon 8,10 m
- Pogon ručno, preko lanca
- Kota dizalične staze 423,07 m.n.m.
- Dučina dizalične staze..... 17 m

3. TEHNIČKI IZVEŠTAJ ZA REKONSTRUKCIJU OPREME

3.1. Oprema mašinske zgrade

3.1.1. Turbina

3.1.1.1. Opis postojećeg stanja

Proizvodne agregate male hidroelektrane Temac čine tri horizontalna Fransis agregata sledećih karakteristika:

- redni broj agregata	1.	2.	3.
- neto pad	21m		
- instalisani protok	2,1m ³ /s	0,95m ³ /s	0,6m ³ /s
- broj obrtaja	500min ⁻¹	1000min ⁻¹	750min ⁻¹
- snaga	500kVA	280kVA	160kVA
- prečnik radnog kola	900mm	500mm	500mm
- prečnik na ulazu u spiralu	1000mm	700mm	700mm
- kota ose radnog kola	419,90mnm	419,70mnm	419,65mnm

Turbina se sastoji od sledećih delova:

- spiralnog kućišta sa statorskim lopaticama,
- sprovednog aparata,
- radnog kola,
- turbinskog poklopca,
- turbinskog vratila sa ležajem i
- sifona.

Spiralno kućište turbine sa prstenom statorskih lopatica je zavarene čelične konstrukcije i postavljeno na betonsko postolje.

Sprovedni aparat turbine sastoji se od pogonskog prstena, mehanizma za vezu pogonskog prstena sa gornjim rukavcem sprovednih lopatica, lopatica sa ležištima sa samopodmazivim čaurama, poluga za vezu.

Radno kolo je jednodelnno, sa priрубničkom vezom za pričvršćivanje zavrtnjima radnog kola za vratilo. Sifon turbine je čelično, u vidu difuzora.

Na sva tri agregata su potrebni rehabilitacioni radovi u većoj ili manjoj meri. Trenutno je u funkciji samo treći (najmanji) agregat. Od 2011. godine drugi agregat je rastavljen i van funkcije, a od proleća 2014. godine generator prvog agregata je pretrpeo oštećenje i nije u funkciji.

3.1.1.2. Opis rekonstrukcije

U okviru rekonstrukcije predviđeno je da se postojeći agregati kompletno zamene novim agregatima savremene konstrukcije.

Tri nove horizontalne Francis turbine biće projektovane tako da se dimenzije uklape i prilagode postojećoj trasi turbinskih ogranaka cevovoda i u raspoloživ prostor u mašinskoj sali tako da se izbegnu veći građevinski radovi na rušenju betonske konstrukcije.

Ukupni instalisani protok elektrane i neto pad određeni su na osnovu hidroloških i optimizacionih analiza urađenih u hidrograđevinskom delu projekta i iznose:

- instalisani protok elektrane 5,1 m³/sec
- neto pad 20,0 m

Nakon rekonstrukcije može se očekivati:

- veće iskorišćenje dotoka vode,
- veći stepen korisnosti turbinskih agregata od trenutnog i
- veća proizvodnja električne energije.

Osnovne tehničke karakteristike novih agregata su:

- broj agregata	3		
- tip agregata	horizontalni Francis		
- redni broj agregata	1.	2.	3.
- maksimalni neto pad	20,9 m		
- nominalni neto pad	20,0 m		
- instalisani protok	2,5 m ³ /s	1,3 m ³ /s	1,3 m ³ /s
- minimalni protok	1,25 m ³ /s	0,65 m ³ /s	0,65 m ³ /s
- broj obrtaja	500min ⁻¹	750 min ⁻¹	750 min ⁻¹
- snaga na izlaznom vratilu turbine pri nominalnom neto padu i instalisanom protoku	448 kW	232 kW	232 kW
- prečnik radnog kola	740 mm	500 mm	500 mm
- prečnik na ulazu u spiralu	1000 mm	700 mm	700 mm
- kota ose radnog kola	419,58 mm	419,65 mm	419,65 mm

Turbinsko vratilo svake turbine je prirubnički spojeno sa vratilom generatora.

Turbina se sastoji iz sledećih delova:

- spiralno kućište sa prstenom statorskih lopatica,
- sprovodni aparat
- radno kolo,
- zaptivač vratila,
- prednji i zadnji turbinski poklopac,
- sifon.

Spiralno kućište sa prstenom statorskih lopatica je integrisana konstrukcija sastavljena zavarivanjem od čeličnih limova.

Sprovodni aparat turbine sastoji se od lopatica (16 lopatica za veću turbinu i 12 za dve manje turbine) izrađenih od nerđajućeg čelika, ležišta lopatica sa samopodmazujućim čaurama, zaptivki sprovodnog aparata, poluge sprovodnog aparata za vezu sa pogonskim prstenom, sigurnosnih čivija, pogonskog prstena izrađenog od čeličnog lima sa osloncem za vezu sa hidrauličkim servomotorom, servomatora sa dva podesiva kontrolna ventila za regulaciju sprovodnog aparata (vreme otvaranja i zatvaranja), davača položaja sprovodnog aparata, prednjeg turbinskog poklopca sa zamenjivim labirintskim prstenom i zadnjeg turbinskog poklopca sa zamenjivim zaptivnim prstenom radnog kola.

Radno kolo je jednodavno, sastavljeno zavarivanjem od trinaest hidraulički oblikovanih i ispoliranih lopatica od nerđajućeg čelika. Radno kolo je montirano i fiksirano na vratilo generatora zavrtnjima i osovinskim šrafovim.

Zaptivač vratila je izveden kao samopodmazujući labirintski tip zaptivnog sistema sa zamenljivim rukavcem vratila od nerđajućeg čelika i kućištem za sprečavanje procurivanja.

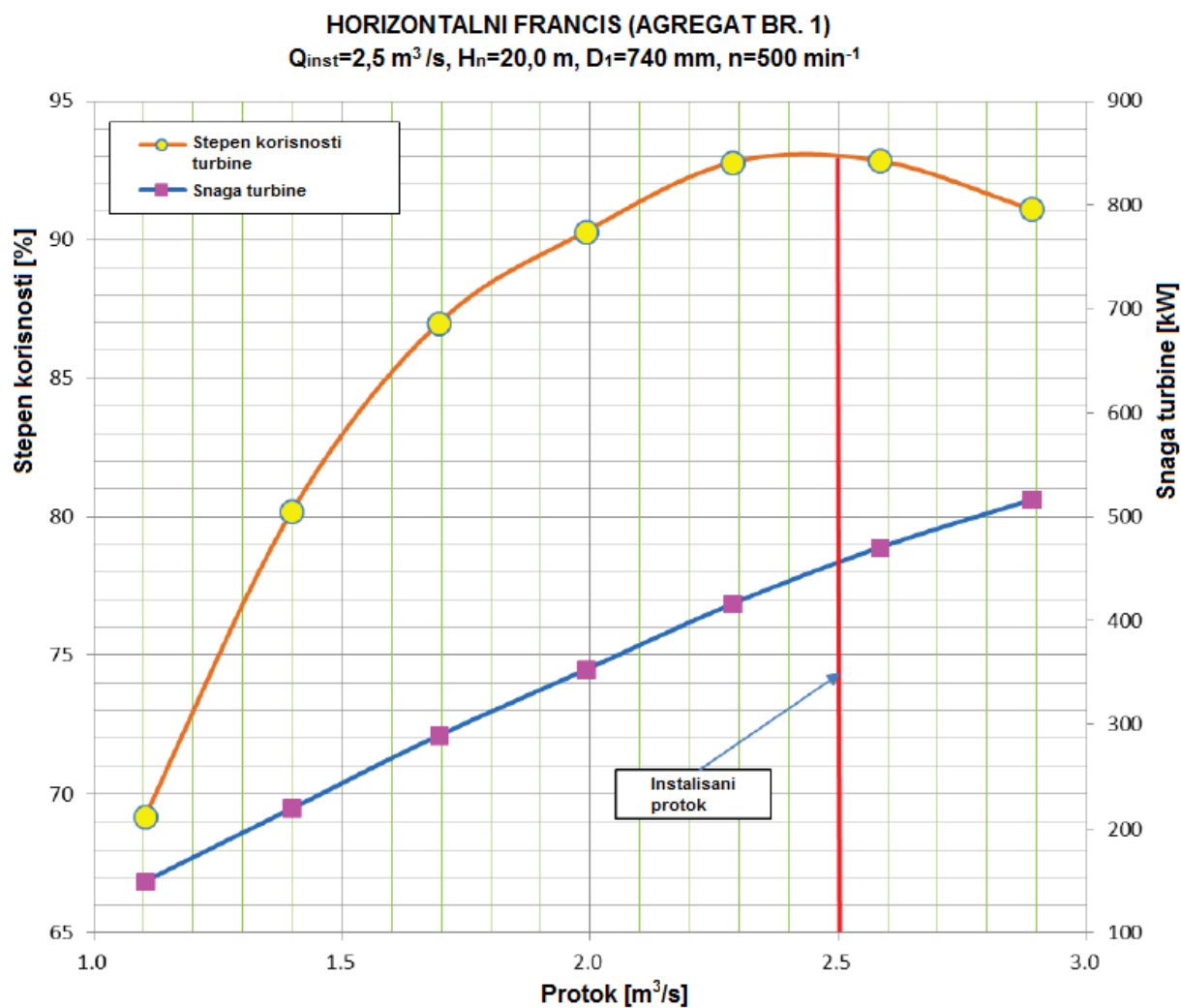
Prednji turbinski poklopac je izrađen od čelika i pričvršćen zavrtnjevima za prsten statorskih lopatica, opremljen je zamenljivim labirintskim prstenom.

Zadnji turbinski poklopac je izrađen od čelika i pričvršćen zavrtnjevima za prsten lopatica sprovednog aparata. Ima priрубnicu za vezu sa sifonskim kolenom. Opremljen je zamenljivim zaptivnim prstenom radnog kola, sedištima čaura samopodmazivanih ležišta sprovednog aparata i zaptivača rukavca lopatica sprovednog aparata.

Sifon turbine je izrađen od čelika zavarivanjem i sastoji se od kolena sifona i difuzorskog dela. Koleno sifona ima dve priрубnice za vezu sa zadnjim turbinskim poklopcem sa jedne strane i sa sifonskim konusom sa druge strane. Sifonom se voda odvodi do betonske odvodne vade pravougaonog poprečnog preseka.

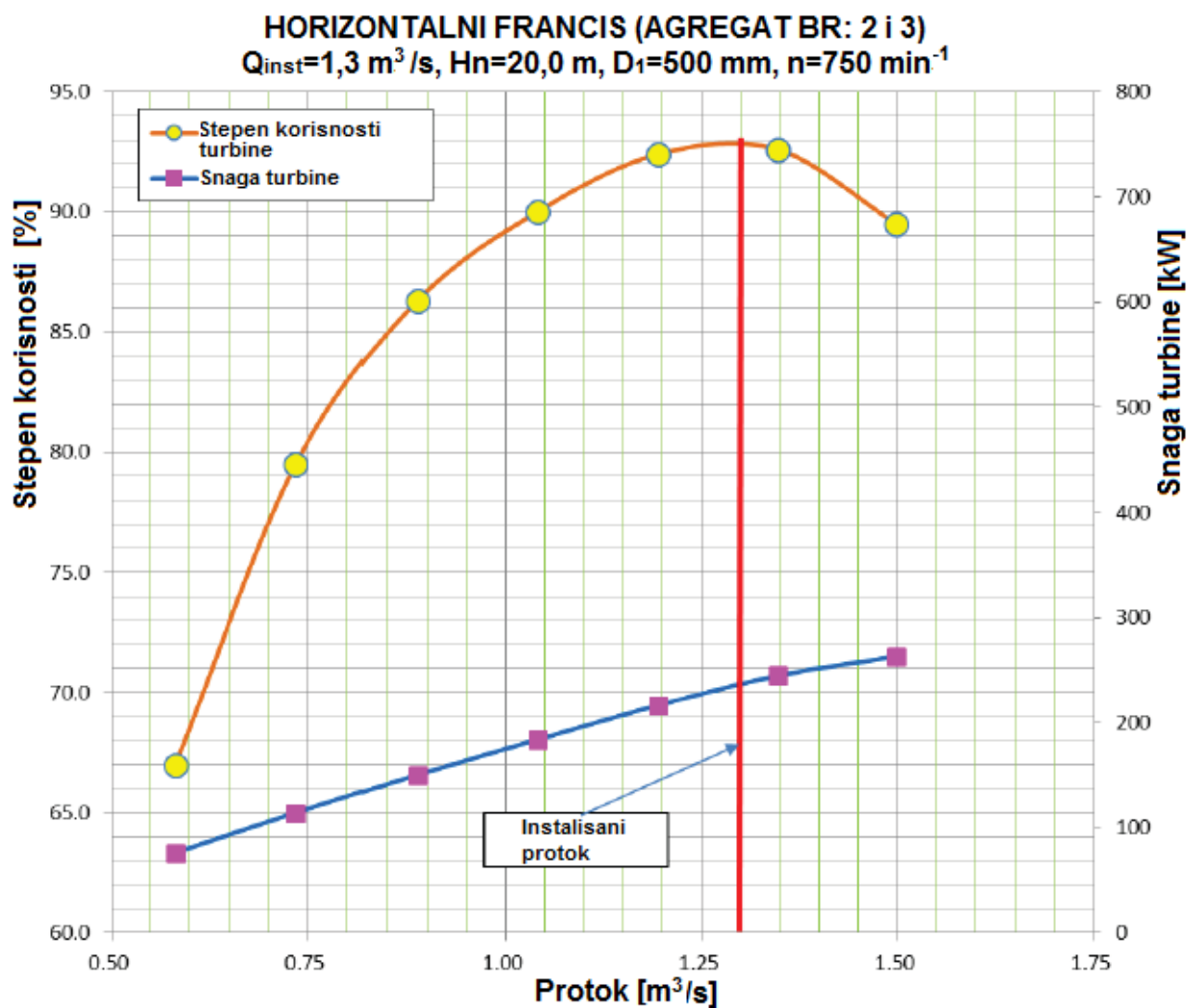
Predviđen je permanentan rad turbina kada ima dovoljno vode, osim u malovodnim periodima i za vreme planiranog remonta ili u slučaju eventualnog kvara na njima. Realni period zastoja u radu turbine, bilo zbog remonta, bilo zbog otklanjanja kvara, je dve do tri nedelje.

Na slici 3.1-1 prikazana je radna oblast turbine br. 1 pri neto padu od 20.0 m, dok je na slici 3.1-2 prikazana radna oblast turbina 2 i 3 na neto padu od 20,0 m.



H _{net} =	20.00	[m]	
D _{th(nom)} =	740	[mm]	
n=	500	[rpm]	
Tačka	Stepen korisnosti turbine	Protok	Snaga turbine
	[%]	[m ³ /s]	[kW]
1	69.2	1.10	150
2	80.2	1.40	220
3	87.0	1.69	289
4	90.3	1.99	353
5	92.8	2.29	416
6	92.9	2.58	471
7	91.1	2.89	517

Slika 3.1-1. Radna oblast turbine br. 1 na MHE Temac



Hnet=	20.00	[m]	
Dth(nom)=	500	[mm]	
n=	750	[rpm]	
Tačka	Stepen korisnosti	Protok	Snaga turbine
	[%]	[m³/s]	[kW]
1	67.0	0.58	76
2	79.5	0.73	115
3	86.3	0.89	150
4	90.0	1.04	184
5	92.4	1.19	216
6	92.6	1.35	245
7	89.5	1.50	263

Slika 3.1-2. Radna oblast turbine br. 2 i turbine br. 3 na MHE Temac

3.1.2. Turbinski regulator

3.1.2.1. Opis postojećeg stanja

Kod sva tri agregata i dalje je u funkciji originalni centrifugalni turbinski regulator. Osnovna funkcija regulatora je da na osnovu promene broja obrtaja, zaokrene lopatice sprovodnog aparata i time obezbedi odgovarajući protok kroz radno kolo turbine. Podatak o broju obrtaja se dobija sa generatorskog vratila koji je povezan kaiševima sa regulatorom. Lopatice sprovodnog aparata se pokreću preko osovine povezane sa prstenom sprovodnog aparata, uljnom hidrauličkim pogonom iz regulatora.

Regulator je mehanički sa hidrauličkim izvršnim organima servomotorom sprovodnog aparata, koji omogućava obavljanje sledećih funkcija:

- učešće u startovanju agregata,
- učešće u sinhronizaciji agregata na mrežu,
- zaustavljanje agregata,
- havarijsko zaustavljanje agregata.

Turbinski regulatori sve tri turbine su u funkcionalnom stanju iako su zastarele konstrukcije. Zbog promena samih turbina i potreba da se izvrši modernizacija opreme, u okviru rekonstrukcije predviđena je njihova kompletna zamena.

3.1.2.2. Opis rekonstrukcije

Postojeća oprema turbinskog regulatora je zastarelog tipa. U okviru rekonstrukcije predviđeno je da se postojeći sistem turbinske regulacije kompletno demontira i zameni novim i modernijim sistemom.

Svaki agregat će imati nezavisan sistem turbinske regulacije.

Novi turbinski regulator je i digitalni PID regulator sa hidrauličkim izvršnim organima. Turbinski regulatori će biti smešteni neposredno pored agregata, u mašinskoj sali.

Novi turbinski regulatori imaju mogućnost obavljanja sledećih funkcija:

- učešće u startovanju agregata,
- učešće u sinhronizaciji agregata na mrežu,
- promena opterećenja od 0 do maksimalne vrednosti,
- održavanje sinhronog broja obrtaja agregata u praznom hodu,
- paralelni rad agregata na mreži,
- mogućnost ručnog i daljinskog upravljanja,
- regulacija protoka pri radu turbinskog agregata na mreži,
- učešće u normalnom zaustavljanju agregata,
- havarijsko zaustavljanje agregata,
- mogućnost razmene informacija sa kontrolnim sistemom elektrane.

Zaustavljanje agregata se predviđa u slučajevima:

- isključenja generatora sa mreže pri delovanju električnih zaštita i
- zaustavljanja agregata pri delovanju hidromehaničkih zaštita i to:
 - nedozvoljene temperature ležaja, namotaja generatora, ili ulja u uljnihidrauličkom agregatu,
 - povećane brzine obrtanja radnog kola turbine,
 - nedozvoljeno nizak pritisak ulja u uljnihidrauličkom agregatu.

Havarijsko zaustavljanje turbinskog agregata obavlja se zatvaranjem lopatica sprovodnog aparata ili predturbinskim zatvaračem ukoliko iz nekog razloga nije moguće izvršiti zatvaranje lopatica SA.

Turbinski regulator se sastoji od elektronskog/električnog dela smeštenog u ormanu turbinske regulacije i hidrauličkog dela koji uključuje:

- instalaciju ulja pod pritiskom,
- upravljačke ventile,
- pomoćne hidrauličke komponente i instrumente, cevi, ventile, filtere itd.

Turbinski regulator, odnosno PLC turbinskog regulatora upravlja turbinom na osnovu sopstvenog programa i parametara i referentnih vrednosti koje dobija sa sopstvenog ili viših upravljačkih nivoa. On vrši prikupljanje/izdavanje procesnih podataka koje generiše i/ili prihvata primarna oprema posredstvom mernih pretvarača, davača/senzora i aktuatora. Treba da ima funkciju „self-testing“ (samostalni test) i sve njegove funkcije treba da budu u potpunosti saglasne sa standardom IEC 61362. Turbinski regulatori će nakon rekonstrukcije biti u potpunosti uključeni u budući sistem upravljanja elektranom.

PLC turbinskog regulatora, kao i ostala električna oprema turbinske regulacije biće smeštena u ormanu koji će se montirati na nosećoj konstrukciji uljno-hidrauličkog sistema. Motorno-zaštitni prekidači i kontaktori za pokretanje i zaštitu pumpi turbinske regulacije takođe će biti smešteni u ovom ormanu. Na ormanu će se nalaziti i komandno-signalni elementi (tasteri, preklopke, signalne lampice, prekidači, indikatori mernih veličina, lokalni HMI panel) koji će omogućiti lokalno upravljanje i nadzor nad sistemom turbinske regulacije.

Instalacija ulja pod pritiskom predstavlja vezu između opreme (turbine) i sistema hidrauličkog upravljanja.

Sistem ulja pod pritiskom mora biti projektovan i dimenzionisan tako da pri minimalnom radnom pritisku sistema, tj. raspoloživi pritisak posle 2 potpuna zatvaranja i 1 potpunog otvaranja turbine, uz prethodno otkazivanje pumpe uljnog sistema, može da obezbedi zatvaranje turbine i predturbinskog zatvarača od potpuno otvorenog do potpuno zatvorenog položaja, odnosno instalacija mora biti projektovana tako da omogući sigurno zatvaranje svih izvršnih organa, bez dodatnog napajanja. Nazivni pritisak u uljnoj instalaciji treba da bude najmanje 100 bara..

U osnovu instalacija ulja pod pritiskom treba biti sastavljena od sledećih glavnih odvojenih elemenata:

- Uljno hidrauličkom agregata i
- Akumulatora pritiska sa azotnim bocama

Elementi trebaju biti međusobno povezani fiksnim i fleksibilnim cevima, gde je to potrebno zbog pomeranja servomotora.

Uljno hidraulički agregat predstavlja sistem za pripremu ulja pod pritiskom i treba imati ugrađene i ventile za realizaciju upravljanja. Glavni elementi uljno hidrauličkog agregata su:

- Rezervoar ulja,
- Hidraulično mineralno ulje sa aditivima,
- Dve zupčaste pumpe sa elektromotorima,
- Pomoćna klipna ručna pumpa,
- Prekidač po nivou (zaštita),
- Manometarska slavina sa manometrom,
- Čep za isticanje ulja,
- Vizuelni indikator nivoa ulja,
- Odvajač vlage iz rezervoara,
- Grejač ulja,
- Termostat za uključenje/isključenje grejača,
- Digitalni kontaktni termometar (zaštita),
- Povratni filter,
- Nalivni filter sa oduškom,
- Dupli potisni filter,
- Hidraulički blok za ograničenje pritiska, miran start pumpe i održavanje pritiska u instalaciji,
- Ventil za ograničenje pritiska,
- Pritisni prekidač (zaštita),
- Manometar sa slavinom,
- Kontaktni termometar (zaštita),
- Ventil za pražnjenje rezervoara.

Poseban deo uljno hidrauličkog agregata je akumulator pritiska sa azotnom bocom. On osigurava rezervu ulja pod pritiskom za:

- Sigurno brzo zatvaranje turbine u slučaju ispada pumpe ili kod drugih hitnih slučajeva,
- Sigurno brzo zatvaranje turbine u slučaju ispada DC napajanja,
- Sprečava kontinuiran rad pumpe i na taj način produžava životni vek opreme.

Kapacitet hidrauličkog akumulatora osigurava zatvaranje servomotora sprovodnog aparata i predturbinskog zatvarača s rezervom ulja pod pritiskom akumuliranog u njemu.

Upravljački ventili za upravljanje su deo sistema preko kojih se izvodi upravljanje opremom.

Upravljački ventili su sledeći:

- glavni razvodni ventil sprovodnog aparata,
- glavni razvodni ventil predturbinskog zatvarača,
- sigurnosni razvodni ventil za havarisko zaustavljanje,
- sigurnosni razvodni ventil za zaštitu od prekomernog broja obrtaja i
- ručni sigurnosni ventil.

3.1.3. Predturbinski zatvarači

3.1.3.1. Opis postojećeg stanja

Dovodni cevovod prečnika DN 1600 račva se na tri ogranka cevovoda koja vode ka turbinama. Za potrebe prvog turbinskog agregata, najveće protočnosti, izvedena je račva DN1600/1000 sa dovodnog cevovoda. Na cevovodu prema agregatu ugrađen je pljosnati zasun na ručni pogon

DN1000 ispred mašinske zgrade. Unutar mašinske sale na dovodnim cevovodima drugog i trećeg agregata postavljeni su predturbinski zatvarači tipa pljosnati zasuni na ručni pogon prečnika DN700. Predturbinski zatvarač najmanjeg agregata je u funkcionalnom stanju i u upotrebi, dok je zatvarač srednjeg agregata rastavljen usled remonta. Na kućištu ovog zatvarača je primećena naprslina. Zatvarač najvećeg agregata je u funkcionalnom stanju i u upotrebi.

Osnovni tehnički podaci i karakteristike zatvarača:

- | | |
|----------------------|-------------------|
| – dimenzije | DN 1000 i 2xDN700 |
| – broj zatvarača | 3 |
| – tip zatvarača | pljosnati zasun |
| – kota ose zatvarača | 418,45 m.n.m. |
| – pogon zatvarača | ručni |

3.1.3.2. Opis rekonstrukcije

Rekonstrukcijom je predviđeno da se postojeći tablasti zatvarači zamene novim leptirastim zatvaračima sa kontrategom, koji će biti na uljnohidraulički pogon. Ulje pod pritiskom će se obezbediti iz sistema turbinskog regulatora.

Osnovni tehnički podaci i karakteristike novih zatvarača:

- | | |
|-------------------------------------|--|
| – tip zatvarača | leptirasti zatvarač sa kontrategom |
| – broj zatvarača | 3 |
| – nazivni prečnik | DN 1000 i 2xDN700 |
| – nazivni pritisak | NP6 |
| – otvaranje zatvarača | u mirnoj vodi, hidrauličkim servomotorom |
| – zatvaranje zatvarača | u struji vode, kontrategom |
| – pogon zatvarača | uljno-hidraulički |
| – tip i broj by-pass jednog ventila | 1 kuglasti ventil na elektromotorni i 1 kuglasti ventil na ručni pogon |
| – nazivni prečnik by-pass ventila | DN80 |
| – nazivni pritisak by-pass ventila | NP6 |

Uloga zatvarača je zaštita agregata u havarijskom slučaju otkazivanja turbinskog regulatora, prekomernog povećanja broja obrtaja agregata, prekomernog povećanja temperature ležišta agregata, nedozvoljenog pada pritiska u sistemu za regulaciju. Pored toga predturbinski zatvarač ima ulogu remontnog i radnog organa.

Leptirasti zatvarači su standardne konstrukcije koja se sastoji od kućišta, diska, poluge sa tegom, obilaznog voda, demontažnog komada, servomotora, nosača servomotora, krajnjih prekidača i ubetoniranih delova.

Kućište i disk su izrađeni od čeličnog liva. Po obodu diska pričvršćen je zaptivač od sintetičke gume, a na kućištu, na mestu gde naleže zaptivač, nalazi se prsten od nerđajućeg materijala.

Poluga je od čelika, dok je teg od livenog gvožđa.

Servomotor je pričvršćen na postolje i obrtan je oko tačke fiksiranja. Servomotor je izrađen od čeličnog liva. Klipnjača je hromirana i vezana za polugu tega. Oba ležišta su samopodmazujuća. Nosač servomotora je ubetoniran.

Demontažna priрубnica nalazi se nizvodno od zatvarača i vezan je priрубnicama za dovodnu cev turbine.

Obilazni vod služi za izjednačavanje pritiska ispred i iza zatvarača pre otvaranja. Na njemu se nalaze ručni i ventil na elektromotorni pogon.

Predturbinski leptirasti ventili su uključeni u automatski start i zaustavljanje agregata.

Za signalizaciju otvorenog, odnosno zatvorenog položaja predturbinskog zatvarača i ventila obilaznog voda predviđeni su krajnji prekidači na pogonskim servomotorima.

Signalizacija otvorenog i zatvorenog položaja leptirastog ventila biće na komandnom ormanu turbinskog regulatora i u komandnoj sali elektrane.

3.1.4. Dizalica u mašinskoj sali

3.1.4.1. Opis postojećeg stanja

Za potrebe transporta i manipulacije opreme unutar mašinske zgrade, instalirana je mosna dizalica nosivosti 3t, raspona 7,5 m sa ručnim pogonom preko lanaca.

Kranska staza je ukupne dužine 17m, postavljena na koti 422,90 mnm. Dizalica je u funkcionalnom stanju i u upotrebi.

Tehnički podaci:

– vrsta dizalice	mosna jednogreda
– nosivost dizalice	3 t
– dužina kranske staze	17 m
– kota kranske staze	422,90 m.n.m.
– kota upravljanja	418,90 m.n.m.
– pogon dizalice	ručni (preko lanca)

3.1.4.2. Opis rekonstrukcije

Najteži delovi nove opreme turbine i generatora, koji se ugrađuju mašinskoj zgradi premašuju nosivost postojeće dizalice kapaciteta 3t. Najteži deo turbinske opreme odnosi se na veću turbinu i iznosi 3,8 t, dok ukupna težina generatora veće turbine iznosi 5,5t. Iz tih razloga, u okviru rekonstrukcije predviđeno je da se postojeći kran prilagodi novoj opremi povećanjem nosivosti mačke sa 3t na 6,3t.

Tehničke karakteristike nove dizalice:

– vrsta dizalice	jednošinska mosna dizalica
– nosivost dizalice	6,3 t
– pogonska klasa	I
– raspon dizalice	8,1 m
– dužina kranske staze	17 m
– visina dizanja	6 m

- kota upravljanja 418,90 m.n.m.
- pogon dizalice ručni (preko lanca)

Noseća konstrukcija dizalice se sastoji iz mosta i mačke.

Most dizalice je čelična konstrukcija izrađena od čeličnih limova i profila, povezana zakivcima, zavrtnjevima, i zavarivanjem.

Mačka dizalice je čelična konstrukcija koja se preko točkova oslanja i kreće na stazi na mostu. Na mostu su predviđeni odbojnici za mačku.

Šine dizalične staze su standardne železničke, postavljene na betonskim konzolama i pričvršćene pomoću ankera. Na krajevima dizalične staze nalaze se odbojnici za most dizalice.

Dizanje i spuštanje tereta, vožnje mosta i mačke vrši se ručno pomoću lanca sa kote poda mašinske sale, odnosno montažnog prostora 418,90 m.n.m.

3.1.5. Dovodni cevovod i oprema za pražnjenje cevovoda

3.1.5.1. Opis postojećeg stanja

– Dovodni cevovod

Od derivacionog tunela do zgrade elektrane prostire se horizontalno položeni čelični cevovod postavljen u betonskom kanalu prekrivenom metalnim prekrićima. Dovodni cevovod se račva jednom pre ulaska u mašinsku zgradu i dva puta nakon ulaska u elektranu formirajući turbinske ogranke cevovoda ka svakom agregatu posebno. Cevovod je u relativno dobrom stanju sa vidljivim tragovima korozije usled dugogodišnje eksploatacije. Do sada se nisu javljali problemu u radu na samom cevovodu.

Tehnički podaci cevovoda:

- prečnik cevovoda 1600 mm
- dužina cevovoda 20 m
- broj račvanja 3
- dimenzije račvi 1000+ 2x700 mm

– Oprema za pražnjenje cevovoda

Na kraju dovodnog cevovoda nalazi se oprema za pražnjenje cevovoda koja se sastoji iz odvodne cevi i ručnog ventila. Na kućištu postojećeg ventila je došlo do procurivanja. Usled retkog korišćenja ovog sistema za pražnjenje, procurivanje ventila se dešavalo i ranije. Po rečima personala elektrane do pucanja kućišta je došlo usled niskih temperatura i formiranja leda u kućištu i oko njega. Odvodna cev je u funkcionalnom stanju.

Tehnički podaci zatvarača:

- broj zatvarača 1
- vrsta zatvarača zasun
- dimenzije ventila DN 250

- nominalni pritisak 6 bara
- upravljanje ručno
- kota ose zatvarača 417,45 m.n.m.

3.1.5.2. Opis rekonstrukcije

- Dovodni cevovod

Postojeći dovodni cevovod DN1600 uključujući račve ka agregatima će se zadržati za dalju upotrebu a na njima će se obaviti samo osnovni radovi kako bi se obezbedila sigurna upotreba u narednom periodu. Osnovni radovi se sastoje iz sledećeg:

- peskiranje,
- vizuelna i operaciona inspekcija,
- popravka oštećenih delova,
- zamena zaptivki,
- nova anti-koroziona zaštita i farbanje.

Obzirom da je u okviru rekonstrukcije predviđena ugradnja novih agregata i novih predturbinskih zatvarača, turbinski ogranci cevovoda 1xDN1000 i 2x DN700 će biti zamenjeni novim.

- Oprema za pražnjenje cevovoda

Predviđeno je da se postojeći ventil koji procuruje zameni novim ventilom istih dimenzija, a da se postojeća odvodna cev zadrži. Prilikom odabira novog ventila, biće potrebno odabrati onaj sa materijalom kućišta koji može da podnese niske temperature, kako bi se obezbedila ispravna funkcija u narednom periodu.

Tehnički podaci novog zatvarača:

- broj zatvarača 1
- vrsta zatvarača zasun
- dimenzije ventila DN 250
- nominalni pritisak 6 bara
- upravljanje ručno
- kota ose zatvarača 417,45 m.n.m.

Radovi na odvodnoj cevi će se sastojati od osnovnih radova koji se sastoje od sledećeg:

- peskiranje,
- vizuelna i operaciona inspekcija,
- popravka oštećenih štapova,
- nova visoko kvalitetna anti-koroziona zaštita.

3.2. Pomoćni mašinski sistemi agregata i elektrane

3.2.1. Sistem drenaže

3.2.1.1. Opis postojećeg stanja

Izlaskom na teren nije primećen poseban sistem za drenažu vode u mašinskoj sali.

3.2.1.2. Opis rekonstrukcije

Usled dugogodišnjeg perioda rada elektrane, položaja i dotrajalosti opreme rekonstrukcijom se predviđa popravka drenažnih kanala tako da može pravilno da funkcioniše u narednom periodu.

3.2.2. Sistem grejanja i ventilacije

3.2.2.1. Opis postojećeg stanja

U dosadašnjem radu mašinska sala nije bila dodatno dogrevana već je bila osnovno grejana disipacijom toplote prilikom rada agregata. Da bi se u zimskim uslovima obezbedila unutrašnja temperatura koja omogućava intervencije na opremi kada generatori nisu u pogonu, predviđa se mesto za uključanje grejnih tela. U letnjem periodu mašinska sala provetrava se prirodnim putem.

3.2.2.2. Opis rekonstrukcije

Mašinska zgrada MHE Temac je prizemni objekat koji se sastoji od: mašinske sale, prostorije sa ormanima upravljanja, blok transformatora, transformatora za sopstvenu potrošnju i kancelarije.

Projektni podaci:

klimatska zona	2
lokacija objekta	reka Temištica kod Pirota

Spoljni projektni uslovi;

Leto:

projektna spoljna temperatura	33°C
relativna vlažnost-prosečna	30%

Zima:

projektna spoljna temperatura	-18°C
relativna vlažnost	80%

Unutrašnji projektni uslovi:

Leto – temperature u prostorijama:

mašinska sala	nema zahteva
prostorija sa ormanima pobude i upravljanja	28°C
visoki napon 10 KV	28°C
transformator	nema zahteva
kancelarija	25-27°C

Zima – temperature u prostorijama.

mašinska sala	16°C
prostorija sa ormanima pobude i upravljanja	10°C
visoki napon 10 kV	10°C
transformator	nema zahteva
kancelarija	20°C

Ostali podaci:

predeo	umereno vetrovit
položaj objekta	slobodan

Mašinska zgrada

Grejanje mašinske sale u zimskom periodu je toplotom disipacije od generatora. U slučajevima kada turbine nisu u pogonu, unutrašnja temperatura u zimskom periodu, od 10 - 16°C, do spoljne temperature od -18°C, obezbeđivaće se pomoću 2 (dva) zidna dvobrzinska kalorifera, svaki snage 4,5/9,0 kW.

Kaloriferi na okretnoj konzoli za podešavanje položaja, radiće sa optičnim vazduhom i biće opremljeni sobnim termostatima za regulaciju rada na podešenim temperaturama. Ugrađuju se na visini 2,5 m iznad kote poda.

Temperatura vazduha u mašinskoj sali za letnji period nije uslovljena i ne razmatra se.

U letnjem periodu, prinudnom ventilacijom iz mašinske sale treba odvesti toplotu disipacije od generatora u iznosu od 31 kW.

Potrebna količina spoljnog vazduha za ventilaciju mašinske sale, u letnjem režimu rada iznosi 11000 m³/h.

Vazduh za prinudnu ventilaciju, dovodi se kroz 2 (dve) aluminijumske zaštitne rešetke sa mrežom na unutrašnjoj strani, obe dimenzije AxHxD = 797x997x34 mm, za protok vazduha 5500 m³/h. Ugrađuju se u gornji deo ulaznih dvokrilnih vrata. Gornja ivica zaštitne rešetke je na 150 mm od gornje ivice vrata.

Otpadni vazduh se odvodi iz mašinske sale, pomoću 2 (dva) zidna aksijalna ventilatora sa kućištem u obliku kvadratne ploče od pocinkovanog lima, obojena crnom bojom (RAL 9005), dinamički izbalansirani prema DIN ISO 1940, deo 1. Kapacitet svakog ventilatora je 5500 m³/h.

Ventilatori će biti opremljeni sa tiristorskim regulatorom za regulaciju broja obrtaja i protoka vazduha. Uključivanje ventilatora je pomoću sobnog termostata na podešenoj temperaturi ili ručno. Iza potisnog otvora ventilatora, na zidu, ugradiće se lebdeća žaluzina od postojeće plastike, dimenzije 501x501x31 mm.

Prostorija za ormane upravljanja

U prostoriji sa ormanima upravljanja, disipacijom se oslobađa toplota u iznosu od 2,6 kW pa prostoriju u zimskom periodu, nije potrebno zagrevati, dodatnim grejnim telima

U letnjem periodu, toplota disipacije od 2,6 kW, odvodi se iz prostorije prinudnom ventilacijom. sa količinom spoljnog vazduha od 1400 m³/h.

Dovod vazduha za ventilaciju je iz mašinske sale, kroz 1 (jednu) nadpritisnu rešetku sa nepokretnim lamelama, dimenzije 625x425 mm, koja se ugrađuje u ulazna vrata sa donjom ivicom 30 cm od donje ivice vrata..

Otpadni vazduh se odvodi iz prostorije pomoću zidnog aksijalnog ventilatora, sa kućištem u obliku kvadratne ploče od pocinkovanog lima, obojeno crnom bojom (RAL 9005), dinamički izbalansiran prema DIN ISO 1940, deo 1, kapaciteta 1400 m³/h, koji se ugrađuje u spoljni zid.

Ventilator će biti opremljen sa tiristorskim regulatorom za regulaciju broja obrtaja i protoka vazduha. Uključivanje ventilatora je pomoću sobnog termostata na podešenoj temperaturi ili vremenskog relea.

Iza potisnog otvora ventilatora, na zidu, ugradiće se lebdeća žaluzina od postojane plastike, dimenzije 347x347x26 mm.

Uvek kada temperatura u prostoriji za ormane upravljanja, dostigne vrednost +28°C, uključivaće se klima uređaj sa inverterom, koji se sastoji od unutrašnje jedinice zidnog tipa i spoljne jedinice sa kompresorom međusobno povezane izolovanim bakarnim cevima za freon.

Klima uređaj radi kao toplotne pumpe tako da osim što hladi u letnjem periodu, može i da greje zimi do spoljne temperature -15°C.

Karakteristike klima uređaja:

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| – rashladni kapacitet | 3,5 kW |
| – grejni kapacitet | 4,0 kW |
| – radni fluid | freon R 410A |
| – područje rada: | za grejanje -15°C/+24°C |
| | za hlađenje -10°C/+46°C |

Radom klima uređaja upravlja se ožičenim daljinskim upravljačem koji se ugrađuje na zid.

Trafostanica i visoki napon

U tri zasebne prostorije sa ugrađenim spoljnim ulaznim dvokrilnim metalnim vratima biće smešteni: jedan blok transformator, snage 630 kVA, jedan transformator sopstvene potrošnje, snage 400 kVA i ormani za visoki napon..

U donjem delu metalnih dvokrilnih vrata svake prostorije, biće ugrađene po 2 (dve) aluminijumske zaštitne rešetke sa nepokretnim lamelama i mrežom na unutrašnjoj strani za ulaz spoljnog vazduha, dimenzije 797x597 mm, a iznad vrata u zidu, aluminijumske zaštitne rešetke za izlaz otpadnog vazduha, dimenzije 997x597 mm.

Toplota disipacije iz prostorija, odnosi se prirodnim strujanjem spoljnog vazduha.

Kancelarija

Kancelarija se greje u zimskom periodu pomoću jednog pločastog električnog radijatora za ugradnju na zid sa termostatskom regulacijom, snage: 2,0 kW.

Za odnošenje dobitaka toplote od sunčevog zračenja, kancelarija se hladi, u letnjem periodu pomoću 1 (jednog) klima uređaja sa inverterom, koji se sastoji od unutrašnje jedinice zidnog tipa i spoljne jedinice sa kompresorom međusobno povezane izolovanim bakarnim cevima za freon.

Klima uređaji radi kao toplotna pumpa tako da osim što hladi u letnjem periodu, može i da greje, zimi do spoljne temperature -15°C. Karakteristike klima uređaja:

- | | |
|-----------------------|--------|
| – rashladni kapacitet | 2,5 kW |
|-----------------------|--------|

- grejni kapacitet 3,0 kW
- radni fluid freon R 410A
- područje rada: za grejanje $-15^{\circ}\text{C}/+24^{\circ}\text{C}$
za hlađenje $-10^{\circ}\text{C}/+46^{\circ}\text{C}$

Radom klima uređaja upravlja se daljinskim upravljačem.

3.3. Merna i sigurnosna oprema elektrane

3.3.1. Opis postojećeg stanja

Postojeće stanje merne i sigurnosne opreme nije poznato.

3.3.2. Opis rekonstrukcije

Merenje hidrauličkih veličina

Za pravilan rad elektrane potrebno je meriti sledeće veličine:

- brzina obrtanja turbine,
- aktivna snaga,
- pozicija lopatica sprovodnog aparata,
- pritisak u dovodnom cevovodu,
- protok kroz turbine,
- temperature ulja za regulaciju,
- pritisak ulja u sistemu turbinske regulacije,

Osim toga, potrebno je realizovati i sledeća uobičajena merenja:

- nivoa vode na vodozahvatu,
- nivoa vode u donjoj vadi.

Sigurnosna oprema

Rekonstrukcijom je predviđeno da se na opremi ugradi sledeća sigurnosna oprema:

- detektori i merači temperature u ležajevima;
- mehanički i/ili električni sistem zaštite od pobega;
- sigurnosni prekidač za indikaciju poplave u elektrani.

Sva pomenuta merenja nivoa vode i protoka moraju da obuhvate sve moguće nivoe i protoke vode koji se mogu prirodno pojaviti. Sva merenja se moraju prenositi do turbinskog regulatora direktno ili preko sistema upravljanja elektrane ili neke druge opreme.

Merenje brzine obrtanja agregata će se meriti preko nazubljenog diska koji se nalazi na vratilu, brojača zuba diska („pick-up“ senzora) i pretvarača signala. Takođe, merenje brzine obrtanja će se vršiti i preko naponskog mernog transformatora. Tačnost i pouzdan rad će biti u celom opsegu rada turbine.

Merenje aktivne snage će se vršiti pomoću pretvarača snage instaliranog u ormanu turbinske regulacije. Dozvoljeno odstupanje će biti 1% od normalne snage.

Poželjno je koristiti magnetostriktivni tip senzora položaja lopatica sprovodnog aparata.

Za sva gore navedena merenja nivoa vode tip senzora podleže odobrenju Naručioca. Dozvoljena nepreciznost merenja iznosiće 0,2% punog mernog opsega. Potrebno je obezbediti pravilnu zaštitu senzora/pretvarača (ili merne površine) od uticaja talasa/oscilacija.

Vremenski ciklus skeniranja za sva merenja nivoa vode biće podesiv u rasponu od 1s do 1min.

Zaštita od niskog pritiska u dovodnom cevovodu će biti realizovana merenjem pritiska u cevovodu.

Prekidači pritiska će biti predviđeni za alarm i isključenje u slučaju visokog i niskog nivoa pritiska regulacionog ulja. Osim toga, potrebno je ugraditi i prekidač niskog nivoa regulacionog ulja i prekidač zapušenosti filtera regulacionog ulja.

Za merenje protoka kroz turbinu poželjno je korišćenje Winter-Kennedy (WK) metode ili ultrazvučnih senzora. Osim toga, protok turbine će se sračunavati na osnovu aktivne snage generatora, položaja lopatica sprovednog aparata turbine i nivoa gornje vode kako bi se omogućio nadzor nad merenjima protoka kroz turbinu (WK ili ultrazvučno).

3.4. Alat i rezervni delovi

3.4.1. Alat

Za ispravan rad, rukovanje i održavanje obezbediće se neophodan alat i rezervni delovi koji će se držati u postojećoj radionici u sklopu elektrane.

Usled višegodišnje upotrebe postojećeg alata koji se nalazi u radionici i sve opšteg lošeg stanja radionice predviđa se njeno ponovno opremanje i dovođenje u operativno stanje.

U radionici će se nalaziti sledeća oprema:

- vertikalna bušilica i prateća oprema
- brusilica i prateća oprema
- aparat za električno zavarivanje i prateća oprema
- metalni radni sto
- metalni orman za smeštaj sitnog alata
- garnitura ručnog alata
- komplet mernog alata i pribora

Pored kompleta standardnog alata predviđen je i specijalni alat za montažu delova turbine, alat za montažu zatvarača, servomotora, i druge opreme prema iskustvu i preporuci isporučioca opreme.

U sklopu radionice će se nalaziti univerzalne metalne police koje će činiti skladišteni prostor i na kojima će se držati rezervni delovi, specijalni alati i sitna oprema.

3.4.2. Rezervni delovi

3.4.2.1. Turbina

Predviđaju se sledeći rezervni delovi za svaki tip turbine period rada od pet godina:

- jedan (1) set mašinski obrađenih lopatica sprovednog aparata uključujući čaure za gornji i donji ležaj,
- jedan (1) set sigurnosne opreme za mehaničku zaštitu upravljačkog sistema sprovednih lopatica,
- jedan (1) set rotacionih i stacionarnih labirinta i habajućih prstenova, obrađenih i kompletiranih sa svim njihovim dodacima,
- jedan (1) kompletan set zaptivnog i vezivnog materijala turbine, uključujući vezivni i zaptivni materijal servomotora sprovednog aparata,
- jedan (1) merni instrument/senzor od svakog tipa
- 10% svih navrtki, vijaka, šrafova i podloški
- svi drugi rezervni delovi koje Ugovarač smatra neophodnim ili preporučljivim

3.4.2.2. Predturbinski zatvarač

- po jedan (1) set zaptivnog materijala servomotora i zatvarača za zatvarače prečnika DN400 i DN500,
- 10% svih navrtki, vijaka, šrafova i podloški

3.4.2.3. Turbinski regulator

Za turbinski regulator predviđaju se sledeći rezervni delovi za period rada od pet godina:

- Po jedan od svakog tipa kontrolnih uređaja i instrumentacije (uključujući senzore, merne pretvarače, indikatorske instrumente, tastere, prekidače, itd.),
- Po jedan od svakog tipa elektronskih modula za digitalni turbinski regulator,
- Po jedan od svakog tipa kontrolnih uređaja (npr. releja),
- Jedn kompletni pumpni agregat za ulje (pumpa i elektromotor, sa pratećom opremom),
- Jedan komplet filtera za ulje,
- Jedan komplet ventila (po jedan komad od svakog korišćenog tipa),
- Jedna membrana akumulatora pritiska,
- svi drugi rezervni delovi koje Ugovarač smatra neophodnim ili preporučljivim.

4. TRANSPORT I MONTAŽA OPREME

4.1. Lokacija

MHE "Temac" je locirana u južno-istočnom delu Srbije, približno oko 300km od glavnog grada Beograda. Nalazi se na reci Temštica. Najbliži grad MHE "Temac" je Piroć.

4.2. Transport

Transport opreme za MHE "Temac" može da se obavi na sledeći način:

- a. pravcem iz glavnog grada Beograda, i dalje preko gradova Jagodina, Aleksinac i Niš,
- b. pravcem sa Jadranskog mora, preko luke Bar i dalje preko grada Podgorica,
- c. avionskim saobraćajem.

Ukoliko se transport vrši pravcem iz Beograda on može biti organizovan kompletno preko drumskog saobraćaja (I i II klasa puteva). Najkraći i najsigurniji put je preko grada Jagodina.

Šinski saobraćaj, bilo iz Beograda bilo iz luke Bar, je isti (internacionalne železnice), sa mogućnošću utovara i istovara opreme.

Totalna razdaljina od Beograda do MHE "Temac" je oko 300 km preko Jagodine, Aleksinca i Niša.

Najbliža luka Bar je udaljena oko 521 km od grada Pirota. Luka Bar je kao moguća opcija transporta opreme opremljena sa viljškarcima i mobilnim kranovima za utovarjanje opreme na vozila za dalji transport. Najbliži aerodromi su "Konstantin Veliki" lociran u gradu Nišu, 71 km od lokacije.

Izvođač će biti obavezan da prilikom planiranja transporta svoje opreme uzme pomenute podatke i ograničenja u obzir. Izvođač će sam napraviti plan i obavestiti se o utovaru istovaru i transportu celokupne opreme i materijala koji je predmet isporuke. Izvođač će prikupiti sve neophodne podatke u vezi sa najvećim teretima kojima se može manipulirati koji se mogu transportovati drumskim transportom, železnicom, naročito u vezi sa kapacitetom nosivosti svih mostova i propusta na drumovima, i pridržavaće se svih propisa koji se na iste odnose.

4.3. Demontaža postojeće i montaža nove opreme

Tokom demontaže postojeće i montaže rekonstruisane i nove opreme koristiće se auto-dizalica, ručna dizalica, kao i postojeći i novoisporučeni specijalni alati i standardni mašinski i elektro alati.

Obzirom na iskustvo u radu i održavanje opreme, predviđa se da kompletnu demontažu postojeće opreme uradi osoblje elektrane u saradnji sa glavnim izvođačem radova. Takođe, predviđa se da osoblje za pogon i održavanje rekonstruisane opreme, u dogovoru sa izvođačem radova, uzme učešće u montaži i ispitivanjima opreme od početka montaže do primopredaje ugrađene opreme.

Izvođač će obaviti sav rad u vezi sa sklapanjem i montažom isporučene opreme, uključujući sve cevi i pripadajući materijal u skladu sa odobrenim crtežima i pismenim uputstvima Izvođača. Pismena uputstva mogu da se koriste kao opšti vodič i mogu biti promenjena ili dopunjena od strane Izvođačevog predstavnika pod uslovom da je dobijeno odobrenje Investitora. Izvođač će dostaviti u roku, detaljni postupak sklapanja i montaže opreme.

Izvođač će angažovati i držati na gradilištu dovoljan broj iskusnih radnika za organizaciju, nadzor, izvođenje i završetak radova, da svu radnu snagu za montažu, alat i opremu, materijal, privremene konzole i skele potrebne za završetak radova.

Izvođač će izvesti sve radove na zavarivanju na mestu montaže da bi spojili razne transportne delove, cevi, ankeri, itd. kao što je navedeno u crtežima.

Građevinski radovi na zameni ubetoniranih delova su obaveza izvođača radova.

Po završetku montaže opreme izvršiće se ispitivanje i puštanje u pogon, a nakon toga, ukoliko je sve u redu, uradiće se sertifikat za tehnički prijem, potpisan zajednički od strane Izvođača i Investitora.

4.3.1. Dizalica u mašinskoj zgradi

Pre početka izvođenja radova na rekonstrukciji opreme u mašinskoj zgradi, potrebno je demontirati delove postojeće dizalice nosivosti 3,2 t i ugraditi novu dizalicu nosivosti 6,3 t.

4.3.2. Predturbinski zatvarači i cevovodi

Predturbinski zatvarači i delovi cevovoda predviđeni za ugradnju na MHE "Temac" će biti montirani uz pomoć auto-dizalice minimalne nosivosti 2t, kao i nove mosne dizalice koja će biti instalirana u mašinskoj sali. Predviđeno je da se demontaža stare i montaža nove opreme obavi u periodu kada je letnji malovodni period, u uslovima ispražnjenih dovodnih organa do elektrane.

4.3.3. Turbine i regulator

Demontaža postojeće opreme kao i ugradnja novih turbina, turbinskih regulatora i ostale prateće i pomoćne opreme u mašinskoj zgradi obaviće se pomoću nove mosne dizalice nosivosti 6,3t.

4.4. Termin plan

Predviđeno je da se kompletni radovi na rekonstrukciji objekata 7 MHE-Istočna Srbija u vlasništvu EPS-a, završe u roku od godinu dana od dana potpisivanja ugovora sa Izvođačem radova. Izvođač radova će u skladu sa mogućnostima i proizvodnjom opreme, a imajući u vidu radove na ostalih 6 objekata organizovati izvođenje radova na ovoj elektrani.



II. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

SADRŽAJ NUMERIČKE DOKUMENTACIJE

II.	NUMERIČKA DOKUMENTACIJA	1
1.	IZBOR INSTALISANOG PROTOKA I NETO PADA AGREGATA	3
2.	PRELAZNI PROCESI	7
2.1.	Uvod	7
2.2.	Proračun porasta pritiska	8
2.3.	Proračun porasta broja obrtaja agregata pri ispadu sa električne mreže	10
2.4.	Uslovi regulacije agregata.....	11
3.	PREDMER I PREDRAČUN RADOVA I OPREME	13

1. IZBOR INSTALISANOG PROTOKA I NETO PADA AGREGATA

MHE Temac je derivaciono postrojenje. Iz akumulacije voda se tunelom pod pritiskom i cevovodom pod pritiskom dovodi do turbina. U okviru ulazne građevine postoji gruba rešetka, zatim fina rešetka ispred tablastog zatvarača neposredno na ulazu u tunel. Tunel je sa betonskom oblogom prečnika 1,6 m dužine 30 m. Tunel prelazi u čelični cevovod pod pritiskom prečnika 1,6 m dužine 20 m, koji se račva i dovodi vodu do turbina.

- Instalisani protok elektrane:**

Novoprojektovani Instalisani protok elektrane iznosi $Q_{\text{inst}} = 2,5 \text{ m}^3/\text{s} + 2 \times 1,3 \text{ m}^3/\text{s} = 5,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Usvojeni instalisani protok je na osnovu hidroloških i ekonomskih analiza urađenih u prethodnoj projektnoj dokumentaciji.

- Karakteristični nivoi gornje i donje vode:**

- Nominalna kota nivoa gornje vode 435,40 mm
- Kota nivoa donje vode pri radu sva tri agregata ($Q_{\text{ins}} = 5,1 \text{ m}^3/\text{s}$) 414,76 mm
- Kota nivoa donje vode pri radu sa tehničkim min. ($Q_{\text{ins}} = 0,65 \text{ m}^3/\text{s}$) 414,18 mm

- Bruto pad postrojenja:**

- Za $Q_{\text{ins}} = 5,1 \text{ m}^3/\text{s}$ bruto pad iznosi $H_{\text{br}} = 435,40 - 414,76 = 20,64 \text{ m}$
- Za $Q_{\text{ins}} = 0,65 \text{ m}^3/\text{s}$ bruto pad iznosi $H_{\text{br}} = 435,40 - 414,18 = 21,22 \text{ m}$

- Proračun hidrauličkih gubitaka i određivanje neto pada turbina:**

Proračun hidrauličkih gubitaka preuzet je iz hidrograđevinskog dela projekta.

Korišćena literatura u proračunu gubitaka je sledeća: Ljubodrag Savić, (2003), Uvod u hidrotehničke građevine, Građevinski fakultet Beograd. П.Г. Киселева, Справочник по гидравлическим расчетам.

Gubici na dovodu su sledeći:

- Gubitak na finoj rešetki:

$$\Delta h_{fr} = 0,93 \cdot \frac{v_r^2}{2g}$$

	Agregat 1	Agregat 2	Agregat 3
	Fransis horizontalna $Q_i = 2,5 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$	Fransis horizontalna $Q_i = 1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$	Fransis horizontalna $Q_i = 1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$
$F_{\text{sres}} (\text{m}^2)$	8,0	8,0	8,0
$Q_i (\text{m}^3/\text{s})$	5,10	5,10	5,10
$v_{\text{sres}} (\text{m/s})$	0,64	0,64	0,64
$v_{\text{sres}}^2/2g$	0,02	0,02	0,02
$\Delta h_{fr} = 0,93 \cdot \frac{v_{\text{sres}}^2}{2g}$	0,019	0,019	0,019

- Gubitak na nišama tablastog zatvarača:

$$\Delta h_{nz} = 0,1 \cdot \frac{v^2}{2g}$$

	Agregat 1	Agregat 2	Agregat 3
	Fransis horizontalna $Q_i = 2,5 \frac{m^3}{s}$	Fransis horizontalna $Q_i = 1,3 \frac{m^3}{s}$	Fransis horizontalna $Q_i = 1,3 \frac{m^3}{s}$
F(m ²)	5,1	5,1	5,1
Q _i (m ³ /s)	5,10	5,10	5,10
v(m/s)	1,0	1,0	1,0
v ² /2g	0,05	0,05	0,05
$\Delta h_{nz} = 0,1 \cdot \frac{v^2}{2g}$	0,005	0,005	0,005

- Gubitak na oblikovanom ulazu:

$$\Delta h_{ul} = 0,1 \cdot \frac{v^2}{2g}$$

	Agregat 1	Agregat 2	Agregat 3
	Fransis horizontalna $Q_i = 2,5 \frac{m^3}{s}$	Fransis horizontalna $Q_i = 1,3 \frac{m^3}{s}$	Fransis horizontalna $Q_i = 1,3 \frac{m^3}{s}$
F(m ²)	2,0	2,0	2,0
Q _i (m ³ /s)	5,10	5,10	5,10
v(m/s)	2,55	2,55	2,55
v ² /2g	0,33	0,33	0,33
$\Delta h_{ul} = 0,1 \cdot \frac{v^2}{2g}$	0,033	0,033	0,033

- Gubitak na trenje:

$$\Delta h_{tr} = \frac{124,6 \cdot n^2 \cdot L_c}{D^{\frac{4}{3}}} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

	Agregat 1	Agregat 2	Agregat 3
	Fransis horizontalna $Q_i = 2,5 \frac{m^3}{s}$	Fransis horizontalna $Q_i = 1,3 \frac{m^3}{s}$	Fransis horizontalna $Q_i = 1,3 \frac{m^3}{s}$
F (m ²)	2,0	2,0	2,0
Q _i (m ³ /s)	5,10	5,10	5,10
v(m/s)	2,55	2,55	2,55
v ² /2g	0,33	0,33	0,33
L(m)	30+20	30+20	30+20

	Agregat 1	Agregat 2	Agregat 3
$\Delta h_{tr} = \frac{124,6 \cdot n^2 \cdot L_c}{D^3} \cdot \frac{v^2}{2g}$	0,2	0,2	0,2

– Gubitak na račvi:

$$\Delta h_{rac} = \xi_{rac} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Prema Agregatu 1 - Fransis horizontalna $Q_i = 2,5 \frac{m^3}{s}$:

$$\Delta h_{rac} = \xi_{rac} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,25 \cdot \frac{2,54^2}{2g} = 0,01m$$

Prema Agregatu 2 - Fransis horizontalna $Q_i = 1,3 \frac{m^3}{s}$:

$$\Delta h_{rac} = \sum \xi_{rac} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,029 \cdot \frac{2,54^2}{2g} + 0,38 \cdot \frac{2,11^2}{2g} = 0,096m$$

Prema Agregatu 3 - Fransis horizontalna $Q_i = 1,3 \frac{m^3}{s}$:

$$\Delta h_{rac} = \sum \xi_{rac} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,029 \cdot \frac{2,54^2}{2g} + 0,01 \cdot \frac{2,11^2}{2g} + 0,455 \cdot \frac{2^2}{2g} = 0,1m$$

– Gubitak na postepenom suženju:

$$\Delta h_{suz} = \xi_{suz} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Prema Agregatu 1 - Fransis horizontalna $Q_i = 2,5 \frac{m^3}{s}$:

$$\Delta h_{suz} = \xi_{suz} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0m$$

Prema Agregatu 2 - Fransis horizontalna $Q_i = 1,3 \frac{m^3}{s}$:

$$\Delta h_{suz} = \xi_{suz} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0m$$

Prema Agregatu 3 - Fransis horizontalna $Q_i = 1,3 \frac{m^3}{s}$:

$$\Delta h_{suz} = \xi_{suz} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,17 \cdot \frac{2^2}{2g} = 0,03m$$

– Gubitak na leptirastom zatvaraču:

$$\Delta h_{lz} = 0,2 \cdot \frac{v^2}{2g}$$

	Agregat 1	Agregat 2	Agregat 3
	Fransis horizontalna $Q_i = 2,5 \frac{m^3}{s}$	Fransis horizontalna $Q_i = 1,3 \frac{m^3}{s}$	Fransis horizontalna $Q_i = 1,3 \frac{m^3}{s}$
F(m ²)	0,78	0,38	0,38
Q _i (m ³ /s)	2,5	1,3	1,3
v(m/s)	3,2	3,42	3,42
v ² /2g	0,52	0,6	0,6
$\Delta h_{lz} = 0,2 \cdot \frac{v^2}{2g}$	0,104	0,12	0,12

Ukupni gubitak na cevovodu do turbine je:

$$\sum \Delta h_{gub} = 0,371m \quad \text{do Agregata 1}$$

$$\sum \Delta h_{gub} = 0,473m \quad \text{do Agregata 2}$$

$$\sum \Delta h_{gub} = 0,507m \quad \text{do Agregata 3}$$

Neto pad se određuje kao razlika između bruto pada i hidrauličkih gubitaka do turbine.

Na osnovu sračunatih hidrauličkih gubitaka, usvojen je nominalni neto pad za sve tri turbine H_n=20,0 m.

Maksimalni neto pad od 20,9 m određen na osnovu sračunatih gubitaka u dovodu koji iznose 0,32 m za protok od 0,65 m³/s.

2. PRELAZNI PROCESI

2.1. Uvod

Za potrebe ovog idejnog projekta radi se skraćeni proračun hidrauličkog udara u cilju definisanja karakteristika opreme i izbora parametara regulacije. U daljoj razradi tehničke dokumentacije, za nivo Projekta za izvođenje biće obavezno detaljnije razraditi proračun.

Analiziraće se slučaj ispada generatora sa mreže i pojave nepotpunog hidrauličkog udara, pri kome je vreme zatvaranja sprovodne lopatice veće od polovine perioda oscilacija udarnog talasa, i u tom slučaju povećanje pritiska u turbini, i povećanje brzine obrtanja agregata.

Ulazni podaci potrebni za proračun:

- Nominalna kota nivoa gornje vode	435,40 m
- Kota nivoa donje vode pri radu sva tri agregata	414,76 m ³ /s
- Minimalna kota nivoa donje vode $Q_i=0,65 \text{ m}^3/\text{s}$	414,18 m ³ /s
- Nominalni neto pad sva tri agregata	20 m
- Maksimalni neto pad	20,9 m
- Protok većeg agregata (agregat br. 1)	2,5 m ³ /s
- Broj obrtaja većeg agregata (agregat br. 1)	500 min ⁻¹
- Moment inercije generatora (agregat br. 1)	2,19 tm ²
- Protok manjeg agregata (agregat br. 2 i 3)	1,3 m ³ /s
- Broj obrtaja manjeg agregata (agregat br. 2 i 3)	750 min ⁻¹
- Moment inercije generatora (agregat br. 2 i 3)	0,5 tm ²

Karakteristike dovodnih i odvodnih organa:

Red. br.	Opis	Dužina L(m)	Ekvivalentni prečnik cevovoda D(m)	Površina popr. preseka A(m ²)	Protok Q(m ³ /s)	Brzina v (m/s)	L*v	Brzina prostiranja pritisknog talasa a(m/s)	L/a
1	Dovodni tunel	32.76	1.6	2	5.1	2.5	81.9	1000	0.033
2	Dovodni cevovod	20	1.6	2	5.1	2.5	50	1100	0.018
3	Dovodni cevovod do agregata 1	7.5	1	0.8	2.5	3.2	24	1100	0.007
4	Spirala agregata 1	8	0.85	0.6	2.5	4.4	35.2	1200	0.007
5	Sifon agregata 1	7	1.35	1.4	2.5	1.7	11.9	1000	0.007
6	Dovodni cevovod između agregata 1 i 2	9	1.4	1.5	2.6	1.7	15.3	1100	0.008
7	Dovodni cevovod agregata 2	8	0.7	0.4	1.3	3.4	27.2	1100	0.007
8	Spirala agregat 2	7	0.6	0.3	1.3	4.6	32.2	1200	0.006
9	Sifon agregata 2	7.1	0.95	0.7	1.3	1.8	12.78	1000	0.007

Red. br.	Opis	Dužina L(m)	Ekvivalentni prečnik cevovoda D(m)	Površina popr. preseka A(m ²)	Protok Q(m ³ /s)	Brzina v (m/s)	L*v	Brzina prostiranja pritisknog talasa a(m/s)	L/a
10	Cevovod između agregata 2 i 3	7	1.05	0.9	1.3	1.5	10.5	1100	0.006
11	Dovodni cevovod ka agregatu 3	8	0.7	0.4	1.3	3.4	27.2	1100	0.007
12	Spirala agregata 3	7	0.6	0.3	1.3	4.6	32.2	1200	0.006
13	Sifon agregata 3	7.1	0.95	0.7	1.3	1.8	12.78	1000	0.007

Srednja brzina zvuka u dovodu izračunava se po formuli:

$$a_{sr} = \frac{\sum L}{\sum \frac{L_i}{a_i}} = 1071.8 \text{ m/s},$$

a srednja brzina vode u dovodu po formuli:

$$V_{sr} = \frac{\sum LV}{\sum L} = 2.76 \text{ m/s}$$

Vreme potrebno da se talas povećanja pritiska odbijen od vodozahvata vrati do turbine izračunava se po formuli:

$$t_R = \frac{2\sum L}{a_{sr}} = 0.253 \text{ s}$$

Osrednjene karakteristike cevovoda su:

$$\rho_{sr} = \frac{a_{sr} V_{sr}}{2gH_0} = 7.52$$

$$\sigma_{sr} = \frac{\sum LV_{sr}}{gH_0 T_S}, \text{ pri čemu je } T_S - \text{vreme zatvaranja sprovodnog aparata, pa je}$$

T _S (s)	2	3	4	5	7	10	15	20
σ _{SR}	0,95	0.63	0.48	0,38	0,27	0,19	0,127	0.095

pri čemu je T_S – vreme zatvaranja sprovodnog aparata (usvojeno vreme zatvaranja 5 s).

2.2. Proračun porasta pritiska

Povećanje pritiska može se odrediti na osnovu sledećih formula:

$$\zeta_m = \frac{2 \cdot \sigma}{2 - \sigma}$$

$$\zeta_1 = \frac{2 \cdot \sigma}{(1 + \rho_{sr} \cdot \tau_o - \sigma)},$$

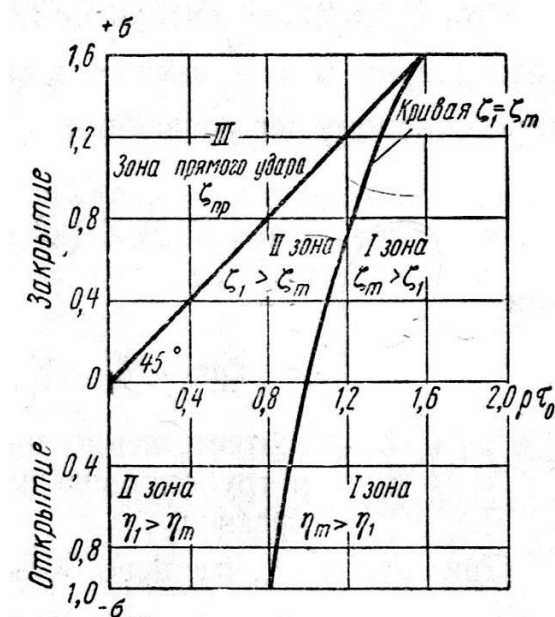
$T_s (s)$	2	3	4	5	7	10	15	20
ζ_m	1,18	0,928	0,624	0,4697	0,314	0,210	0,135	0,0998
ζ_1	0,25	0,161	0,118	0,093	0,066	0,046	0,030	0,023

gde je τ_o - relativna otvorenost zapornog elementa ($\tau_o = 1$).

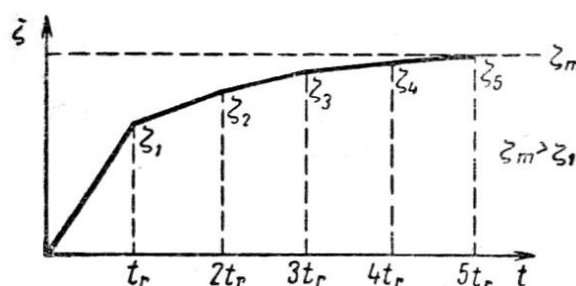
Na osnovu vrednosti osrednjenih karakteristika cevovoda i relativne otvorenosti zapornog elementa-sprovodnog aparata na početku procesa τ_o ($\tau_o = 1$ u našem slučaju jer analiziramo ispad sa mreže pri maksimalnom otvoru sprovednog aparata) pomoću dijagrama prikazanom na sl. 2.1.-1 određuje se vrsta nepotpunog udara koji se javlja u konkretnom slučaju.

Sa dijagrama se vidi da hidraulički udar u našem slučaju pripada I zoni, odn. zoni kojoj je svojstven nepotpuni hidraulički udar pri kome je povećanje pritiska (izraženo preko koeficijenta $\zeta = \Delta H/H_0$) koje se javlja na kraju zatvaranja sprovednog aparata veće od onog na početku, odn. $\zeta_m > \zeta_1$.

Na sl. 2.1.-2 prikazan je dijagram načina promene pritiska pri zbacivanju snage u analiziranom slučaju.



Slika 2.1.-1



Slika 2.1.-2

Povećanje pritiska ispred sprovednog aparata određuje se po formuli:

- Za agregat 1:

$$+\Delta H = \frac{\zeta_m H_0}{\Sigma LV} (L_T V_T + L_C V_C + L_{C1} V_{C1} + L_{SPI} V_{SPI}),$$

Za usvojeno vreme zatvaranja sprovednog aparata od 5s porast pritiska ispred spirale sprovednog aparata 1 iznosi $+\Delta H_1 = 8,84m$.

- Za agregat 2:

$$+\Delta H = \frac{\zeta_m H_0}{\Sigma LV} (L_T V_T + L_C V_C + L_{C12} V_{C12} + L_{C2} V_{C2} + L_{SP2} V_{SP2})$$

Za usvojeno vreme zatvaranja sprovodnog aparata od 5s porast pritiska ispred spirale sprovodnog aparata 2 iznosi $+\Delta H_2 = 8,77m$.

- Za agregat 3:

$$+\Delta H = \frac{\zeta_m H_0}{\Sigma LV} (L_T V_T + L_C V_C + L_{C12} V_{C12} + L_{C23} V_{C23} + L_{C3} V_{C3} + L_{SP3} V_{SP3})$$

Za usvojeno vreme zatvaranja sprovodnog aparata od 5s porast pritiska ispred spirale sprovodnog aparata 2 iznosi $+\Delta H_3 = 8,87 m$.

Smanjenje pritiska iza spirale, za usvojeno vreme zatvaranja sprovodnog aparata od 5 s, određuje se po formuli:

- Za agregat 1:

$$-\Delta H = \frac{\zeta_m H_0}{\Sigma LV} L_{SIF} V_{SIF} = 0.55m$$

- Za agregat 2:

$$-\Delta H = \frac{\zeta_m H_0}{\Sigma LV} L_{SIF} V_{SIF} = 0.62m$$

- Za agregat 3:

$$-\Delta H = \frac{\zeta_m H_0}{\Sigma LV} L_{SIF} V_{SIF} = 0.52m$$

Prema prethodnom proračunu, povećanje pritiska ispred sprovodnog aparata u odnosu na maksimalni statički pritisak, za sve tri turbine iznosi oko 53%, što je u granicama dozvoljenih vrednosti ($\leq 70\%$). Pad pritiska koji se javlja u sifonu pri ovim analizama je neznatan.

2.3. Proračun porasta broja obrtaja agregata pri ispadu sa električne mreže

Porast broja obrtaja ekvivalentnog agregata pri ispadu sa električne mreže, može se sračunati prema sledećem obrascu iz ruske knjige: Smirnov "Gidravliceskie turbine i nasosi":

$$\beta = \Delta n/n = -1 + (1 + 365 \times P_t \times T_{s1} \times f / (GD^2 \times n^2))^{0.5}$$

gde su:

P_t (kW) nominalna snaga turbine ($P_{t1}=455kW$, $P_{t2 i 3}=236kW$)

$T_{s1}=0.65 T_s$ redukovano vreme zatvaranja sprovodnog aparata turbine

T_s (s) puno vreme zatvaranja sprovodnog aparata turbine

$f=f(\sigma)$ koeficijent koji se dobija iz tabele u zavisnosti od σ

GD_{gen}^2 (tm²) zamajni momenat rotora generatora ($GD_1^2=2,19 tm^2$,

..... $GD_1^2=0,85 tm^2$)

n_t (min⁻¹) broj obrtaja turbine ($n_{t,1}= 500min^{-1}$, $n_{t,2 i 3}= 750min^{-1}$)

Vrednosti porasta broja obrtaja agregata, za različite vrednosti vremena zatvaranja sprovodnog aparata turbine i za zamajni momenat inercije rotora generatora, date su u sledećoj tabeli:

T_s (s)	2	3	4	5	7	10	15	20
T_{s1} (s)	1.300	1.950	2.600	3.250	4.550	6.500	9.750	13.000
σ	0.95	0.630	0.480	0,38	0,27	0,19	0,127	0.095
f	1.85	1.700	1.550	1.480	1.350	1.250	1.150	1.100
β_1	0.315	0.416	0.491	0.568	0.692	0.861	1.098	1.310
$\beta_{2 i 3}$	0.197	0.264	0.314	0.366	0.451	0.570	0.738	0.891
$\beta 1$ (%)	31.511	41.617	49.078	56.813	69.211	86.134	109.789	131.034
$\beta 2 i 3$ (%)	19.720	26.382	31.379	36.623	45.143	56.966	73.783	89.112

Evidentno je da se porast broja obrtaja agregata povećava sa povećanjem vremena zatvaranja lopatica sprovodnog aparata. Dozvoljena vrednost porasta broja obrtaja iznosi 60%. Prema podacima iz predhodne tabele usvojeno vreme zatvaranja sprovodnog aparata za sve tri turbine pri kojoj neće doći do prekoračenja dozvoljenog porasta broja obrtanja iznosi 5 s.

2.4. Uslovi regulacije agregata

Regulacija agregata tj. stabilnost agregata pri paralelnom radu na mreži zavisi od mnogo faktora od kojih su najvažniji vremenska konstanta inercije agregata (T_m) i vremenske konstante inercije dovodnog sistema (T_w).

Prema američkoj literaturi prirodni uslovi za stabilnost regulacije definiše se u zavisnosti od faktora stabilnosti T_m/T_w na sledeći način:

$T_m/T_w = 2$	- preporučena minimalna vrednost za sinhronizaciju
$2.5 < T_m/T_w < 5$	- stabilnost regulacije nedovoljna
$5 < T_m/T_w < 8$	- stabilnost regulacije dovoljna
$T_m/T_w > 8$	- stabilnost regulacije dobra

Za prvi agregat MHE "Temac" je:

-vreme zaletanja vode u dovodu:

Za $\Sigma LV = 191,1 m^2/s$ - zamajna masa vode u dovodu

$H = 20$ - neto pad , $g = 9,81 m/s^2$ - ubrzanje zemljine teže

$[(GD)]^2 = 4 \cdot J_{rot} = 2190 kgm^2$ - zamajni moment,

$n = 500 m^{-1}$ - broj obrtaja turbine,

$P = 455 kW$ - snaga turbine

$T_m = ([GD]^2 \cdot n^2) / (365000 \cdot P) = (2190 \cdot 500^2) / (365000 \cdot 455) = 3,3 sec.$

$T_w = (\Sigma L \cdot v) / (g \cdot h) = 31,79 / (9,81 \cdot 20) = 0,97 sec.$

$T_m/T_w = 3,3/0,97 \approx 3,4$

Na osnovu vrednosti faktora stabilnosti regulacije može se zaključiti da će agregat imati nedovoljnu stabilnost regulacije. Obzirom da T_m predstavlja vreme za koje, pri zbacivanju

snage, hidroagregat dostiže brzinu obrtanja pobega, a turbinski agregat će biti projektovan tako da može da radi sa prolaznom brzinom pobega.

Za drugi agregat MHE "Temac" je:

-vreme zaletanja vode u dovodu:

Za $\Sigma LV=206,6 \text{ m}^2/\text{s}$ - zamajna masa vode u dovodu

$H=20,0$ - neto pad , $g=9,81\text{m/s}^2$ - ubrzanje zemljine teže

$[[GD]]^2 = 4 \cdot J_{\text{rot}} = 850 \text{ kgm}^2$ - zamajni moment,

$n= 750 \text{ m}^{-1}$ - broj obrtaja turbine,

$P= 236 \text{ kW}$ - snaga turbine

$T_m = ([[GD]]^2 \cdot n^2) / (365000 \cdot P) = (850 \cdot 750^2) / (365000 \cdot 236) = 5,55 \text{ sec.}$

$T_w = (\Sigma L \cdot v) / (g \cdot h) = 206,6 / (9,81 \cdot 20) = 1,1 \text{ sec.}$

$T_m / T_w = 5,55 / 1,1 \approx 5,1$

Na osnovu vrednosti faktora stabilnosti regulacije može se zaključiti da će agregat imati dobru stabilnost regulacije. Obzirom da T_m predstavlja vreme za koje, pri zbacivanju snage, hidroagregat dostiže brzinu obrtanja pobega, a turbinski agregat će biti projektovan tako da može da radi sa prolaznom brzinom pobega.

Za treći agregat MHE "Temac" je:

-vreme zaletanja vode u dovodu:

Za $\Sigma LV=217,1 \text{ m}^2/\text{s}$ - zamajna masa vode u dovodu

$H=20$ - neto pad , $g=9,81\text{m/s}^2$ - ubrzanje zemljine teže

$[[GD]]^2 = 4 \cdot J_{\text{rot}} = 850 \text{ kgm}^2$ - zamajni moment,

$n= 750 \text{ m}^{-1}$ - broj obrtaja turbine,

$P= 236 \text{ kW}$ - snaga turbine

$T_m = ([[GD]]^2 \cdot n^2) / (365000 \cdot P) = (850 \cdot 750^2) / (365000 \cdot 236) = 5,55 \text{ sec.}$

$T_w = (\Sigma L \cdot v) / (g \cdot h) = 217,4 / (9,81 \cdot 20) = 1,1 \text{ sec.}$

$T_m / T_w = 5,55 / 1,1 \approx 5,1$

Na osnovu vrednosti faktora stabilnosti regulacije može se zaključiti da će agregat imati dobru stabilnost regulacije. Obzirom da T_m predstavlja vreme za koje, pri zbacivanju snage, hidroagregat dostiže brzinu obrtanja pobega, a turbinski agregat će biti projektovan tako da može da radi sa prolaznom brzinom pobega.

3. PREDMER I PREDRAČUN RADOVA I OPREME

Ovim predmerom i predračunom obuhvaćena je kompletna isporuka opreme, montaža, ispitivanje, puštanje u pogon, probni rad i primopredaja svog materijala i opreme koji su navedeni u pojedinim pozicijama.

Takođe, cene uključuju isporuku i ugradnju svog sitnog nespecificiranog materijala potrebnog za kompletiranje opreme i radova, kao i za dovođenje u prvobitno stanje dela ostalih radova oštećenih tokom izvođenja instalacija iz ovog projekta.

Cene uključuju i izradu sve potrebne radioničke dokumentacije potrebne za proizvodnju, montažu, ispitivanje, puštanje u pogon i održavanje opreme.

Sav upotrebljeni materijal mora biti prvoklasnog kvaliteta i odgovarati standardima. Svi radovi moraju biti izvedeni stručnom radnom snagom, i u potpunosti prema srpskim tehničkim propisima važećim za predmetnu vrstu radova.

Poz.	Opis	Jed. mere	kol.	masa [kg]	jed. cena [€/kg]	cena [€]
A.	MAŠINSKA I HIDROMEhanička OPREMA U SKLOPU MAŠINSKE ZGRADE					
1.	Francis turbina , horizontalnog izvođenja, uključujući prateću opremu, sledećih karakteristika: – tip: horizontalni Fransis – instalisani protok 2,5m³/s – minimalni protok 1,25m³/s – nominalni neto pad 20,0 m – maksimalni neto pad 20,9 m – broj obrtaja 500 min⁻¹ – snaga turbine 448 kW – prečnik radnog kola: 740 mm – prečnik na ulazu u spiralu 1000 mm – kota ose radnog kola 419,58 mnm	kompl.	1	7000	253.750,00	253.750,00
2.	Francis turbina , horizontalnog izvođenja, uključujući prateću opremu, sledećih karakteristika: – tip: horizontalni Fransis – instalisani protok 1,3m³/s – minimalni protok 0,65m³/s – nominalni neto pad 20,0 m – maksimalni neto pad 20,9 m – broj obrtaja 750 min⁻¹ – snaga turbine 232 kW – prečnik radnog kola: 500 mm – prečnik na ulazu u spiralu 700 mm – kota ose radnog kola 419,65 mnm	kompl.	2	3500	126.875,00	253.750,00
3.	Turbinski regulator digitalnog tipa sa instalacijom za pripremu i razvod ulja pod pritiskom 160 Bar.	kompl.	3	/	20.000,00	60.000,00
4.	Predturbinski leptirasti zatvarač sa kontrategom i hidrauličkim pogonom, uključujući kontra-prirubnice, granične prekidače za signalizaciju otvorenog/zatvorenog položaja, vezivni i zaptivni material, sledećih karakteristika: – tip leptirasti sa kontrategom – nazivni prečnik DN1000, – nazivni pritisak NP6 – otvaranje u mirnoj vodi, hidrauličkim servomotorom – zatvaranje u struji vode, kontrategom – pogon zatvarača hidraulički – Tip i broj By-pass ventila: 1 kuglasti ventil	kompl.	1	1300	12	15.600,00

Poz.	Opis	Jed. mere	kol.	masa [kg]	jed. cena [€/kg]	cena [€]
	na ručni i 1 kuglasti ventil na elektromotorni pogon – Prečnik i nazivni pritisak By-pass ventila DN80,NP6 Uz zatvarač će se isporučiti i montažno demontažni komad DN1000,NP6 za lakše povezivanje na cevovod.					
5.	<u>Predturbinski leptirasti zatvarač</u> sa kontrategom i hidrauličkim pogonom, uključujući kontra-prirubnice,granične prekidače za signalizaciju otvorenog/zatvorenog položaja, vezivni i zaptivni material, sledećih karakteristika: – tip leptirasti sa kontrategom – nazivni prečnik DN700, – nazivni pritisak NP6 – otvaranje u mirnoj vodi, hidrauličkim servomotorom – zatvaranje u struji vode, kontrategom – pogon zatvarača hidraulički – Tip i broj By-pass ventila: 1 kuglasti ventil na ručni i 1 kuglasti ventil na elektromotorni pogon – Prečnik i nazivni pritisak By-pass ventila DN80,NP6 Uz zatvarač će se isporučiti i montažno demontažni komad DN1000,NP6 za lakše povezivanje na cevovod.	kompl.	2	600	12	14.400,00
6.	<u>Mosna jednogreda dizalica na ručni pogon u mašinskoj zgradi</u> , sledećih karakteristika: – vrsta dizalice mosna jednogreda – kapacitet 6,3 t – pogonska klasa I – raspon dizalice 8,1 m – dužina kranske staze 17 m – visina dizanja 6 m – pogon ručni (preko lanaca)	kompl.	1		34.640,00	34.640,00
7.	<u>Pomoćni sistemi elektrane - Oprema za grejanje hlađenje i ventilaciju</u>					
7.1.	<u>Oprema za pražnjenje dovodnog cevovoda</u> koja uključuje zamenu zatvarača i sanaciju ispusne cevi: Tehnički podaci novog zatvarača: – broj zatvarača 1 – vrsta zatvarača zasun – dimenzije ventila DN 250 – nominalni pritisak 6 bara – upravljanje ručno – kota ose zatvarača 417,45 m.n.m. Radovi na odvodnoj cevi će se sastojati	kompl.	1		2.000,00	2.000,00

Poz.	Opis	Jed. mere	kol.	masa [kg]	jed. cena [€/kg]	cena [€]
	od osnovnih radova koji se sastoje od sledećeg: – peskiranje, – vizuelna i operaciona inspekcija, – popravka oštećenih štapova, – nova visoko kvalitetna anti-koroziona zaštita.					
7.2.	Oprema za grejanje, hlađenje i ventilaciju					
7.2.1.	Električni pločasti radijator za ugradnju na zid sa termostatskom regulacijom. - snaga radijatora 2,0 kW - dimenzije 720x430x85 mm	kom	1	/	210,00	210,00
7.2.2.	Električni zidni kalorifer sa podešavajućom konzolom, komplet sa sobnim termostatom i elementima za ugradnju na zid. - snaga kalorifera 4,5/9,0 kW	kom	2	/	450,00	900,00
7.2.3.	Klima uređaj za hlađenje kancelarije sa inverterom, unutrašnjom jedinicom zidnog tipa i spoljnom jedinicom sa kompresorom, međusobno povezane izolovanim bakarnim cevima za freon. - rashladni kapacitet 2,5 (1,5 – 3,5) kW - toplotni kapacitet 3,0 (1,5 – 5,0) kW - instalisana snaga 0,6 kW - radni fluid freon R 410A - područje rada - za grejanje +15°C/+24°C - za hlađenje -10°C/+46°C Uz klima uređaj se isporučuje: - ožičeni daljinski upravljač za ugradnju na zid, - plastično crevo za kondenzar Ø15 mm	kompl	1	/	750,00	750,00
7.2.4.	Klima uređaj za hlađenje prostorije sa ormanima upravljanja sa inverterom, unutrašnjom jedinicom zidnog tipa i spoljnom jedinicom sa kompresorom, međusobno povezane izolovanim bakarnim cevima za freon. - rashladni kapacitet 3,5 (1,5 – 4,3) kW - toplotni kapacitet 4,0 (1,5 – 5,8) kW - instalisana snaga 0,9 kW - radni fluid freon R 410A - područje rada - za grejanje +15°C/+24°C - za hlađenje -10°C/+46°C Uz klima uređaj se isporučuje: - ožičeni daljinski upravljač za ugradnju	kompl	1		880,00	880,00

Poz.	Opis	Jed. mere	kol.	masa [kg]	jed. cena [€/kg]	cena [€]
	na zid, - plastično crevo za kondenzar $\varnothing 15$ mm					
7.2.5.	Aksijalni ventilator sa kućištem u obliku kvadratne ploče od pocinkovanog lima za ventilaciju mašinske sale sa termostatskim uključivanjem, - kapacitet, 5500 m³/h - statički pritisak 113 Pa - snaga elektromotora 0,607 kW - broj obrtaja 1393 min⁻¹ - napon napajanja 230V/50Hz - zaštita el. motora IP 54 - buka 66 dB(A9 - masa 16,2 kg Uz ventilator se isporučuje i : - 1 (jedan) tiristorski regulator, - 1 (jedan) diferencijalni presostat , - 1 (jedna) lebdeća žaluzina od postojeće plastike iza potisnog otvora ventilatora, na zidu	kompl.	2		730,00	1.460,00
7.2.6.	Aksijalni zidni ventilator sa kućištem u obliku kvadratne ploče od pocinkovanog lima za ventilaciju prostorije sa ormanima upravljanja sa termostatskim uključivanjem. - kapacitet, 1400 m³/h - statički pritisak 80 Pa - snaga elektromotora 0,16 kW - broj obrtaja 2436 min⁻¹ - napon napajanja 230V/50Hz - zaštita el. motora IP 44 - buka 59 dB(A9 - masa 6 kg Uz ventilator se isporučuje i : - 1 (jedan) tiristorski regulator, - 1 (jedan) diferencijalni presostat , - 1 (jedna) lebdeća žaluzina od postojeće plastike iza potisnog otvora ventilatora, na zidu.	kompl.	1		360,00	360,00
7.2.7.	Zaštitne rešetke od aluminijumskog lima i mrežom na unutrašnjoj strani za dovod spoljnog vazduha u mašinsku salu, ugradnja u spoljna vrata. - protok vazduha 5500 m³/h - dimenzije 797x997x34 mm - efektivna površina 0,397 m²	kom	2		270,00	540,00

Poz.	Opis	Jed. mere	kol.	masa [kg]	jed. cena [€/kg]	cena [€]
	- razmak između lamela 25 mm					
7.2.8.	Zaštitne rešetke od aluminijumskog lima i mrežom na unutrašnjoj strani za dovod spoljnog vazduha u trafo boksove i prostoriju sa elektro opremom, ugradnja u ulazna vrata. - protok vazduha 1250 m ³ /h - dimenzije 797x597x34 mm - efektivna površina 0,397 m ² - razmak između lamela 25 mm	kom	6		180,00	1.080,00
7.2.9.	Zaštitne rešetke od aluminijumskog lima i mrežom na unutrašnjoj strani za odovod otpadnog vazduha iz trafo boksova i prostorije sa elektro opremom, ugradnja u zid. - protok vazduha 2500 m ³ /h - dimenzije 997x597x34 mm - efektivna površina 0,397 m ² - razmak između lamela 25 mm	kom	3		210,00	630,00
7.2.10.	Nadpritisna rešetka u ulaznim vratima za dovod vazduha uprostoriju sa ormanima upravljanja, - dimenzije rešetke 625x425 mm - protok vazduha 1400 m ³ /h	kom	1		45,00	45,00
7.2.11.	Nespecificirana oprema				450,00	450,00
8.	<u>Alat i rezervni delovi</u>	kompl.	1			15.000,00
9.	<u>Oprema za merenje i signalizaciju</u>	kompl.	1			10.000,00
UKUPNO OPREMA U SKLOPU MAŠINSKE ZGRADE						666.445,00
	Nespecificirano (≈3%)					19.993,35
	Transport (≈7%)					46.651,15
	Montaža (≈18%)					119.960,10
UKUPNO MAŠINSKA OPREMA						853.049,60

III. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

SPISAK CRTEŽA

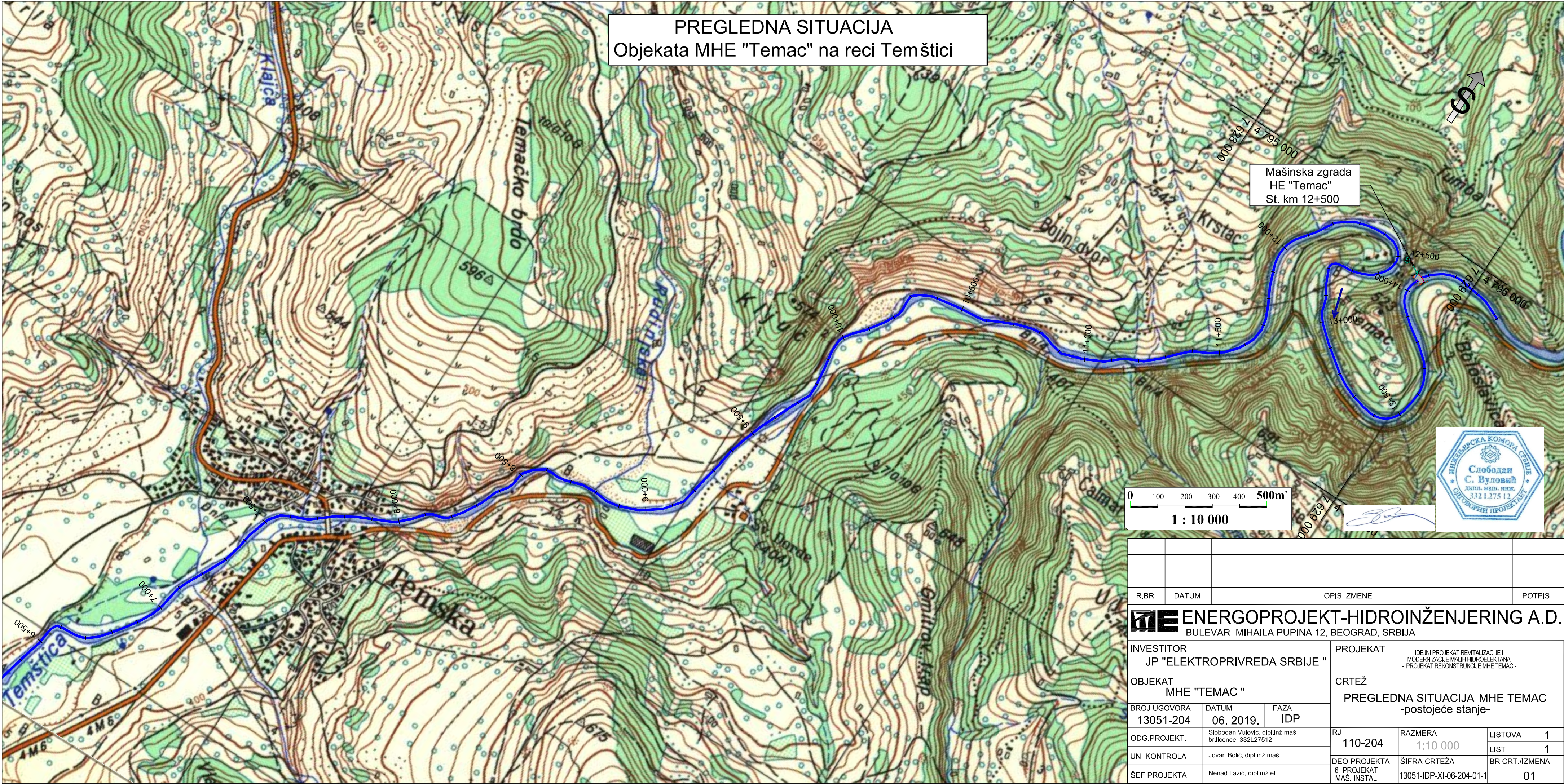
Postojeće stanje

13051-IDP-XI-06-204-01-1	Pregledna situacija MHE "Temac", postojeće stanje
13051-IDP-XI-06-204-02-1	Dispozicija objekata MHE Temac, postojeće stanje
13051-IDP-XI-06-204-03-1	Podužni presek derivacije, postojeće stanje
13051-IDP-XI-06-204-04-1	Postojeća pregrada dispozicija sa karakterističnim presecima, postojeće stanje
13051-IDP-XI-06-204-05-1	Osnova krova mašinske zgrade, postojeće stanje
13051-IDP-XI-06-204-06-1	Osnova mašinske zgrade na koti 418,88 mnm, postojeće stanje
13051-IDP-XI-06-204-07-1	Presek 1-1 mašinske zgrade, postojeće stanje
13051-IDP-XI-06-204-08-1	Presek 2-2 mašinske zgrade, postojeće stanje
13051-IDP-XI-06-204-09-1	Presek 3-3 mašinske zgrade
13051-IDP-XI-06-204-10-1	Presek 4-4 mašinske zgrade
13051-IDP-XI-06-204-11-1	Presek 4'-4' mašinske zgrade

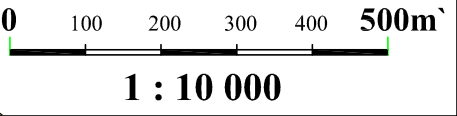
Novoprojektovano stanje

13051-IDP-XI-06-204-12-1	Osnova krova mašinske zgrade, novoprojektovano stanje
13051-IDP-XI-06-204-13-1	Osnova mašinske zgrade na koti 418,88 mnm, novoprojektovano stanje
13051-IDP-XI-06-204-14-1	Presek 1-1 mašinske zgrade, novoprojektovano stanje
13051-IDP-XI-06-204-15-1	Presek 2-2 mašinske zgrade, novoprojektovano stanje
13051-IDP-XI-06-204-16-1	Presek 3-3 mašinske zgrade, novoprojektovano stanje
13051-IDP-XI-06-204-17-1	Presek 4-4 mašinske zgrade, novoprojektovano stanje
13051-IDP-XI-06-204-18-1	Presek 4'-4' mašinske zgrade, novoprojektovano stanje
13051-IDP-XI-06-204-19-1	Osnova na koti 418,88 mnm, Oprema za grejanje, hlađenje i ventilaciju, novoprojektovano stanje

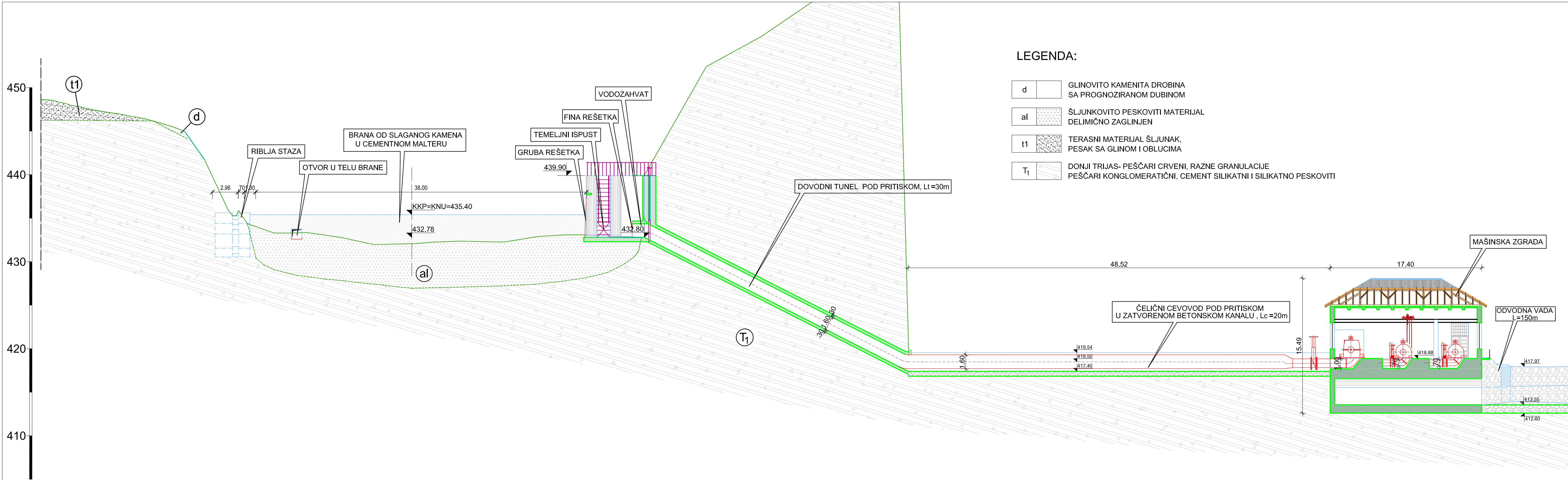
PREGLEDNA SITUACIJA
Objekata MHE "Temac" na reci Tem štici



Mašinska zgrada
HE "Temac"
St. km 12+500



R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE	POTPIS
 ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D. BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA			
INVESTITOR JP "ELEKTROPRIVREDA SRBIJE "		PROJEKAT IDEJNI PROJEKAT REVITALIZACIJE I MODERNIZACIJE MALIH HIDROELEKTANA - PROJEKAT REKONSTRUKCIJE MHE TEMAC -	
OBJEKAT MHE "TEMAC "		CRTEŽ PREGLEDNA SITUACIJA MHE TEMAC -postojeće stanje-	
BROJ UGOVORA 13051-204	DATUM 06. 2019.	FAZA IDP	
ODG.PROJEKT.	Slobodan Vulović, dipl.inž.maš br.licence: 332L27512		RJ 110-204
UN. KONTROLA	Jovan Bolić, dipl.inž.maš		RAZMERA 1:10 000
ŠEF PROJEKTA	Nenad Lazić, dipl.inž.el.		LISTOVA 1
		DEO PROJEKTA 6- PROJEKAT MAŠ. INSTAL.	LIST 1
		ŠIFRA CRTEŽA 13051-IDP-XI-06-204-01-1	BR.CRT./IZMENA 01



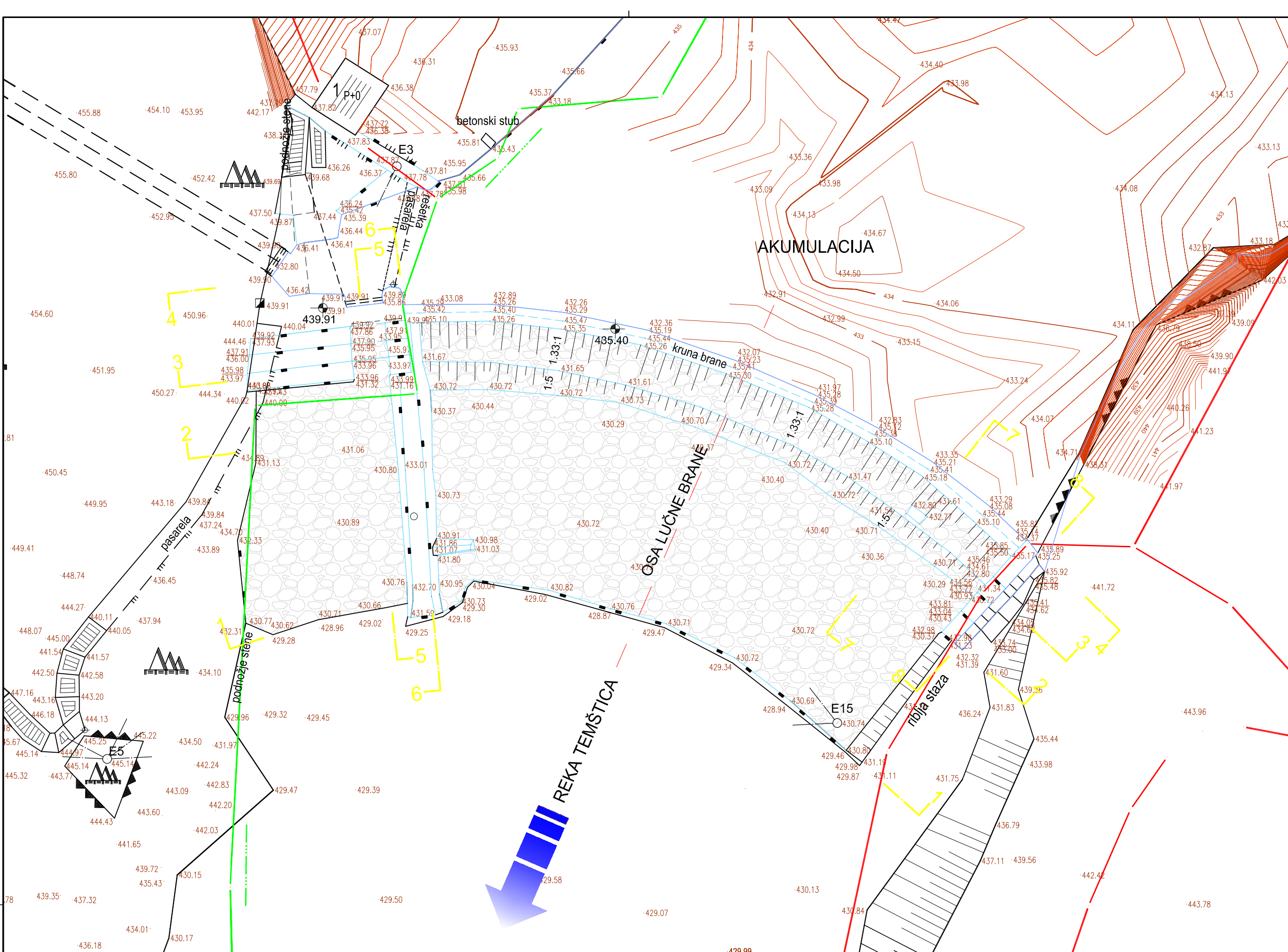
LEGENDA:

d		GLINOVITO KAMENITA DROBINA SA PROGNOZIRANOM DUBINOM
al		ŠLJUNKOVITO PESKOVITI MATERIJAL DELIMIČNO ZAGLINJEN
t1		TERASNI MATERIJAL ŠLJUNAK, PESAK SA GLINOM I OBLUCIMA
T ₁		DONJI TRIJAS- PEŠČARI CRVENI, RAZNE GRANULACIJE PEŠČARI KONGLOMERATIČNI, CEMENT SILIKATNI I SILIKATNO PESKOVITI

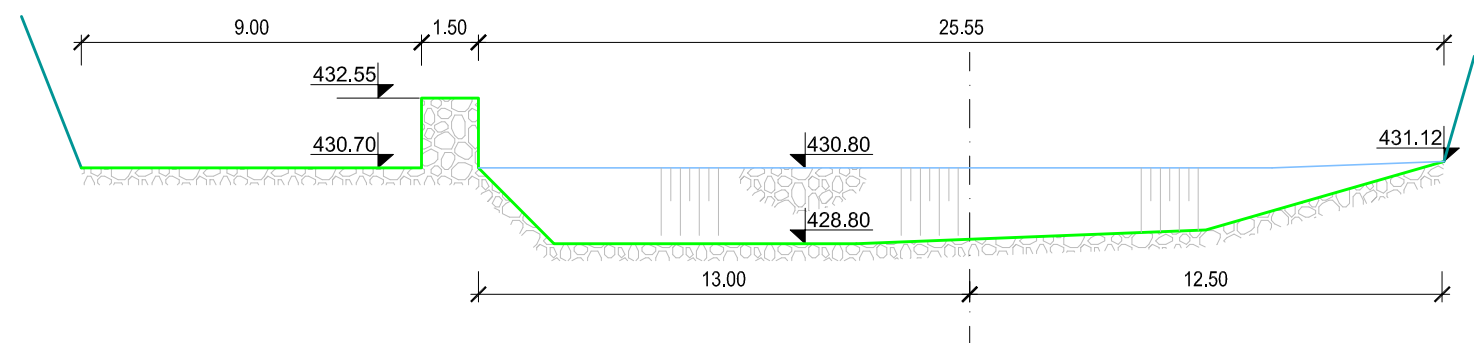
NAPOMENA:

SVE DIMENZIJE DOBIJENE SU GEODETSKIM SNIMANJEM
SPOLJNIH DIMENZIJA MAŠINSKE ZGRADE I RUČNIM
MERENJEM DIMENZIJA UNUTRAŠNJIH PROSTORIJA
MAŠINSKE ZGRADE. SVE KOTE SU DOBIJENE
GEODETSKIM SNIMANJEM.

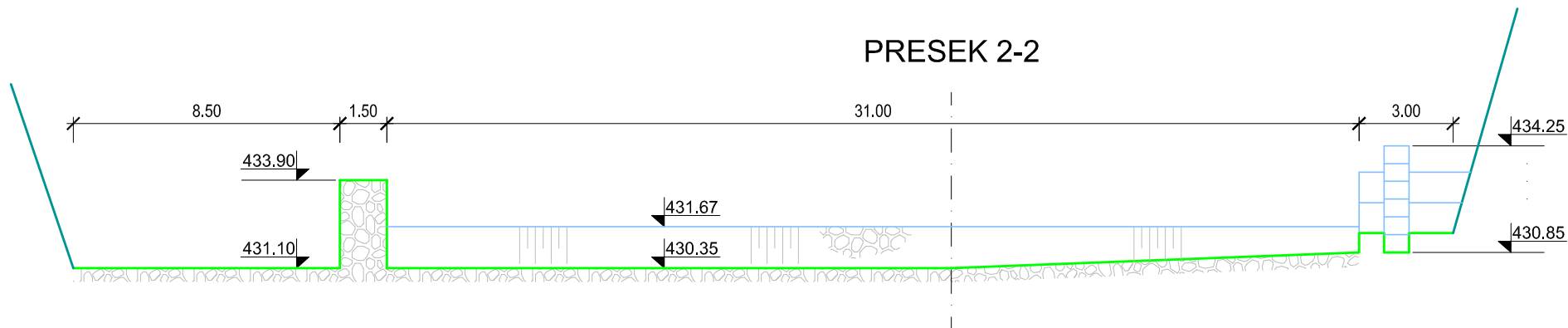
R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE			POTPIS
MHE ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D. BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA					
INVESTITOR JP "ELEKTROPRIVREDA SRBIJE "			PROJEKAT IDEJNI PROJEKAT REVITALIZACIJE I MODERNIZACIJE MALIH HIDROELEKTANA - PROJEKAT REKONSTRUKCIJE MHE TEMAC -		
OBJEKT MHE "TEMAC"			CRTEŽ PODUŽNI PRESEK DERIVACIJE - postojeće stanje -		
BROJ UGOVORA 13051-204	DATUM 06. 2019.	FAZA IDP			
ODG.PROJEKT. Slobodan Vuković, dipl.inž.maš br.licence: 3321.275.12	RJ 110-204		RAZMERA 1:250	LISTOVA 1	
UN. KONTROLA Jovan Boić, dipl.inž.maš	DEO PROJEKTA 6-PROJEKAT MAŠINSTAL.		SIFRA CRTEŽA 13051-IDP-XI-06-204-03-1	BR.CRT./IZMENA 03	
ŠEF PROJEKTA Nenad Lazić, dipl.inž.el.					



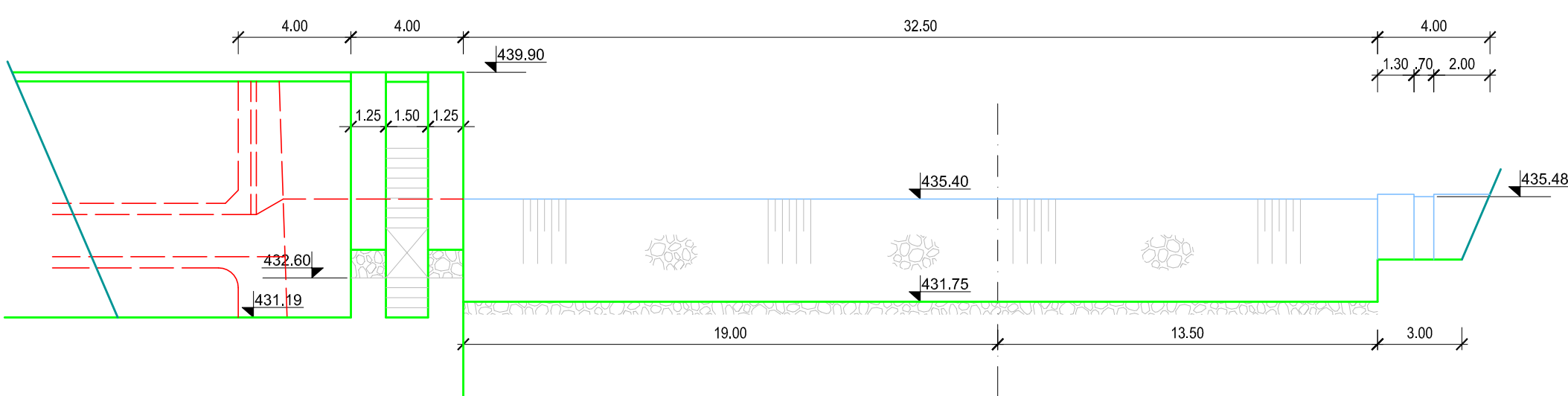
PRESEK 1-1



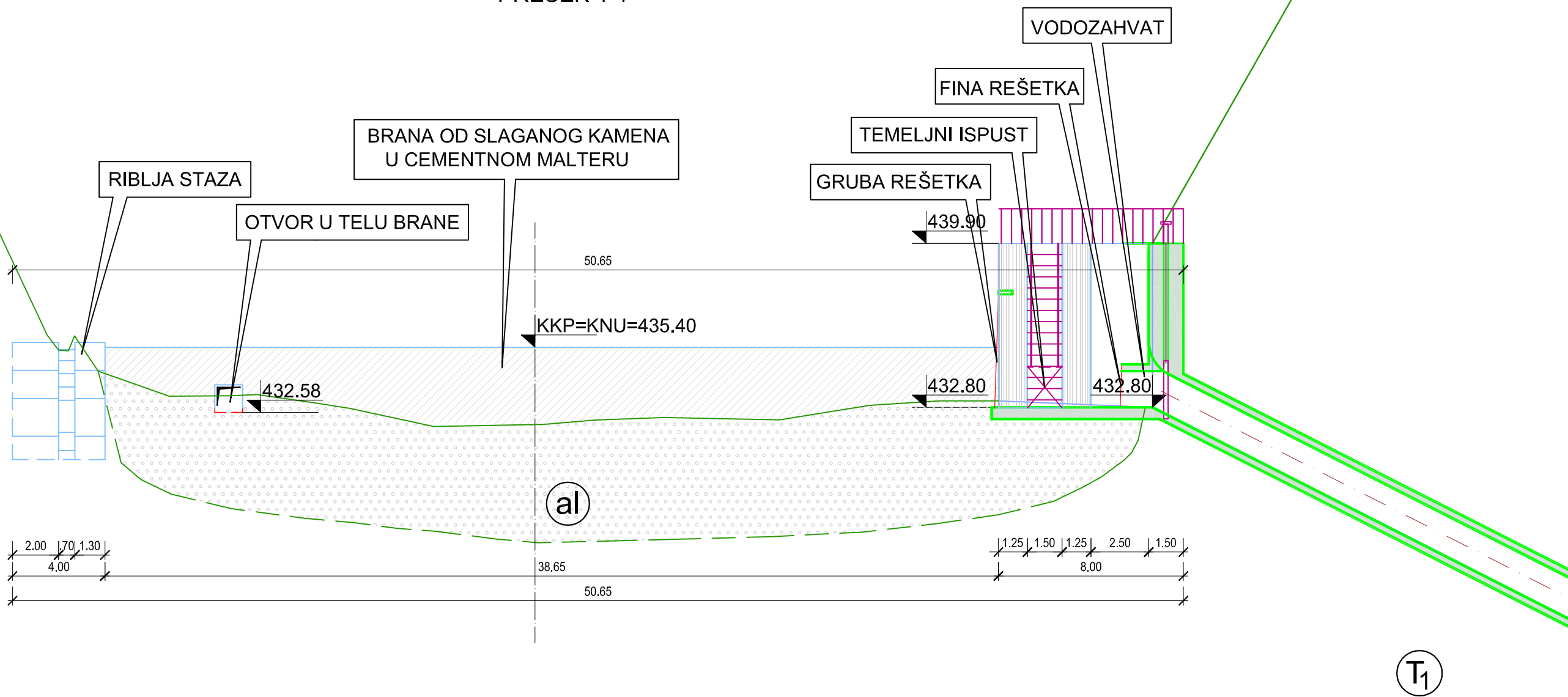
PRESEK 2-2



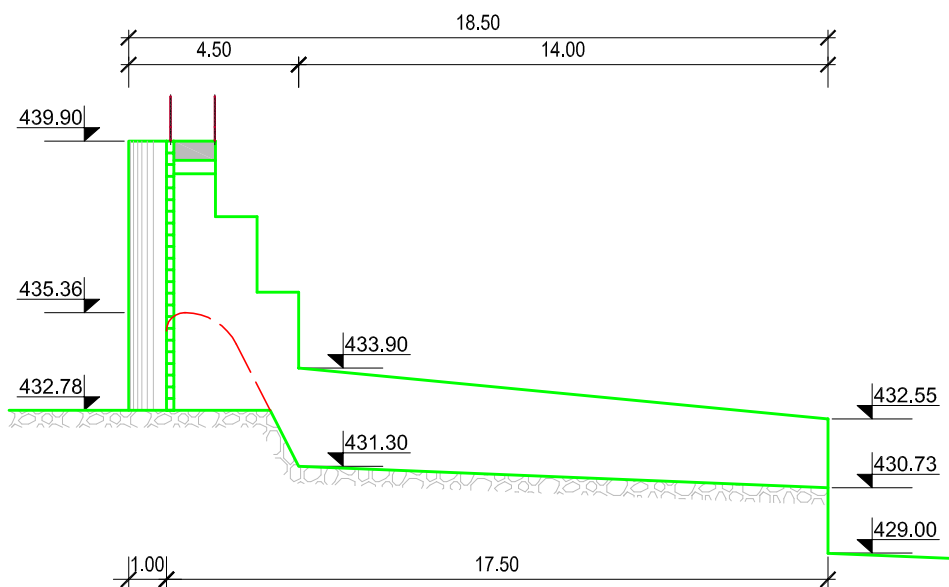
PRESEK 3-3



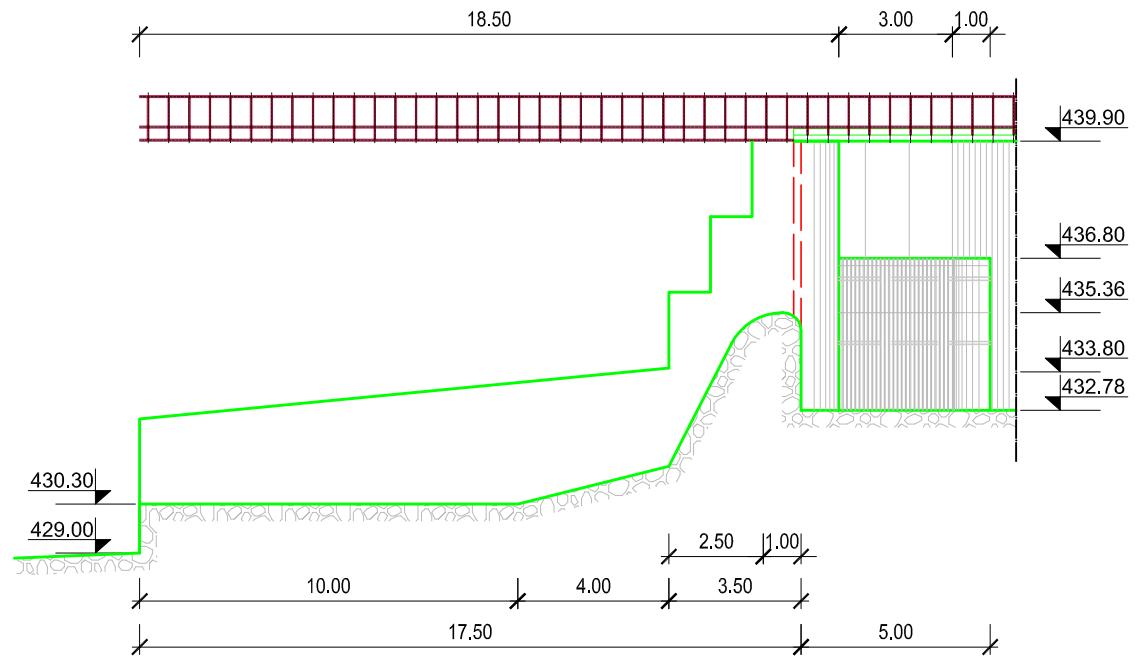
PRESEK 4-4



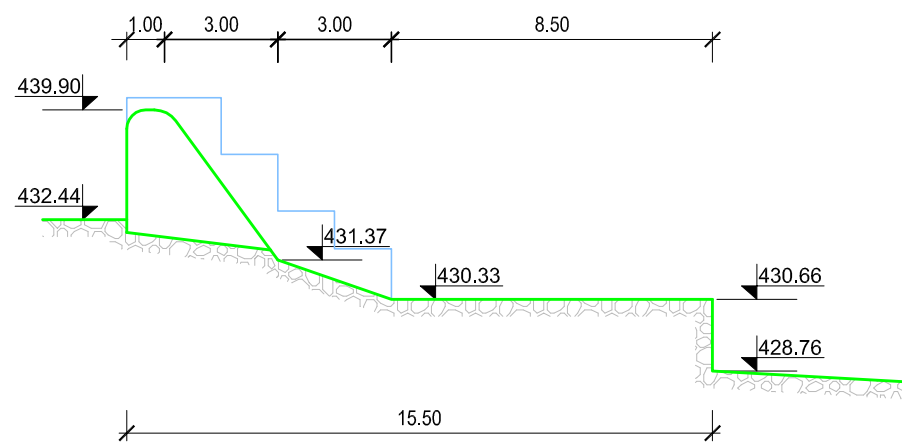
PRESEK 5-5



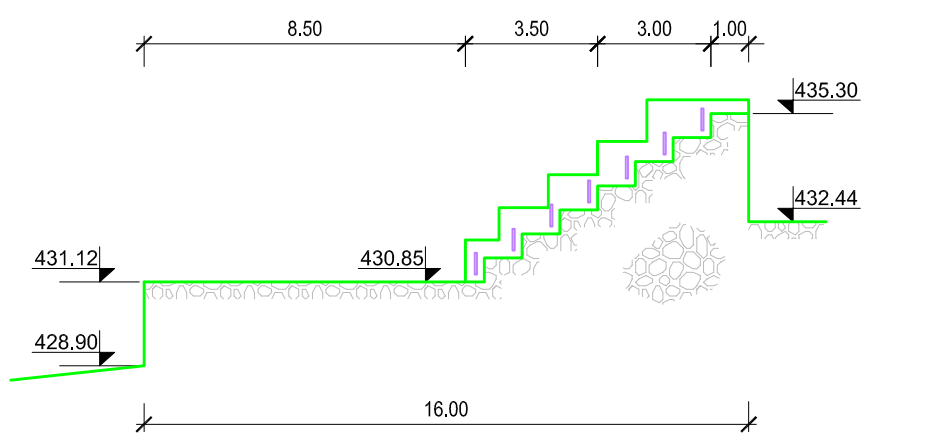
PRESEK 6-6



PRESEK 7-7

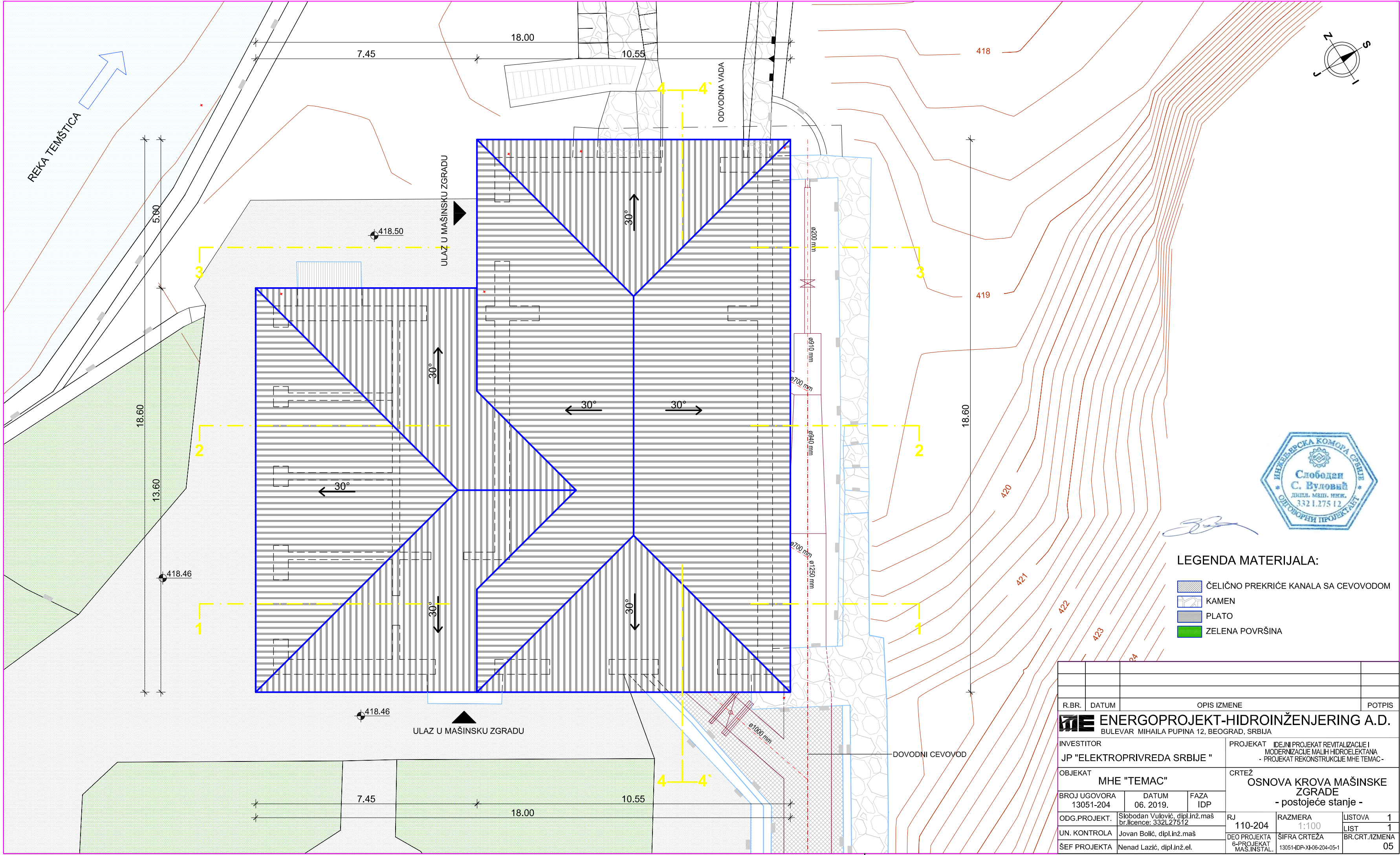


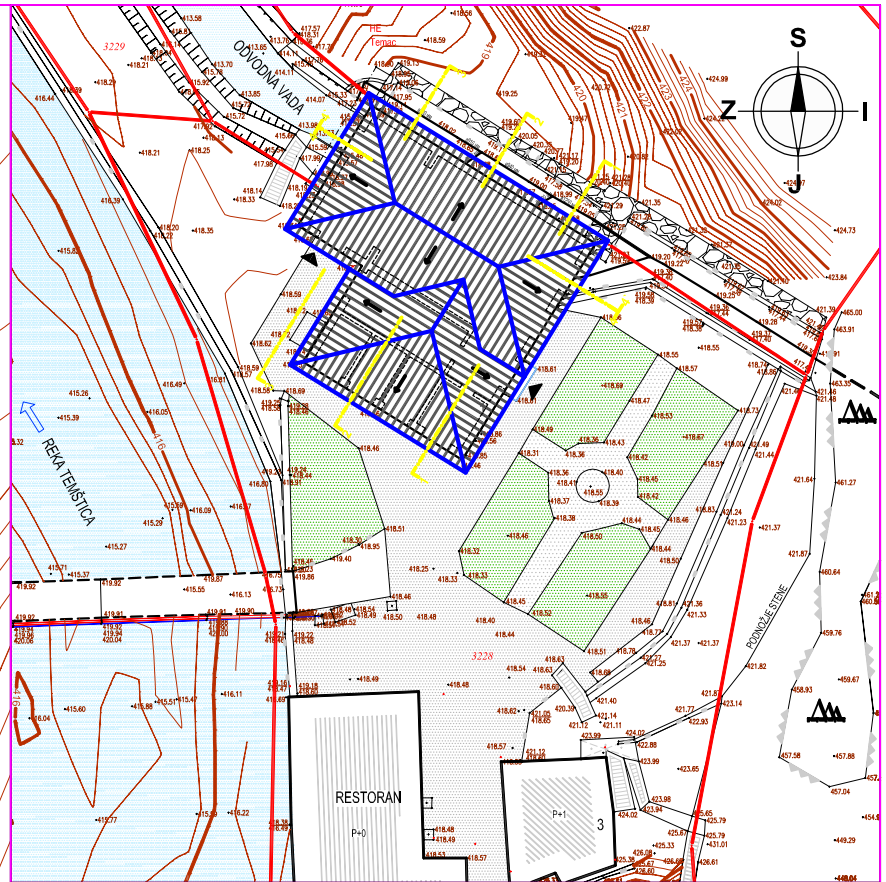
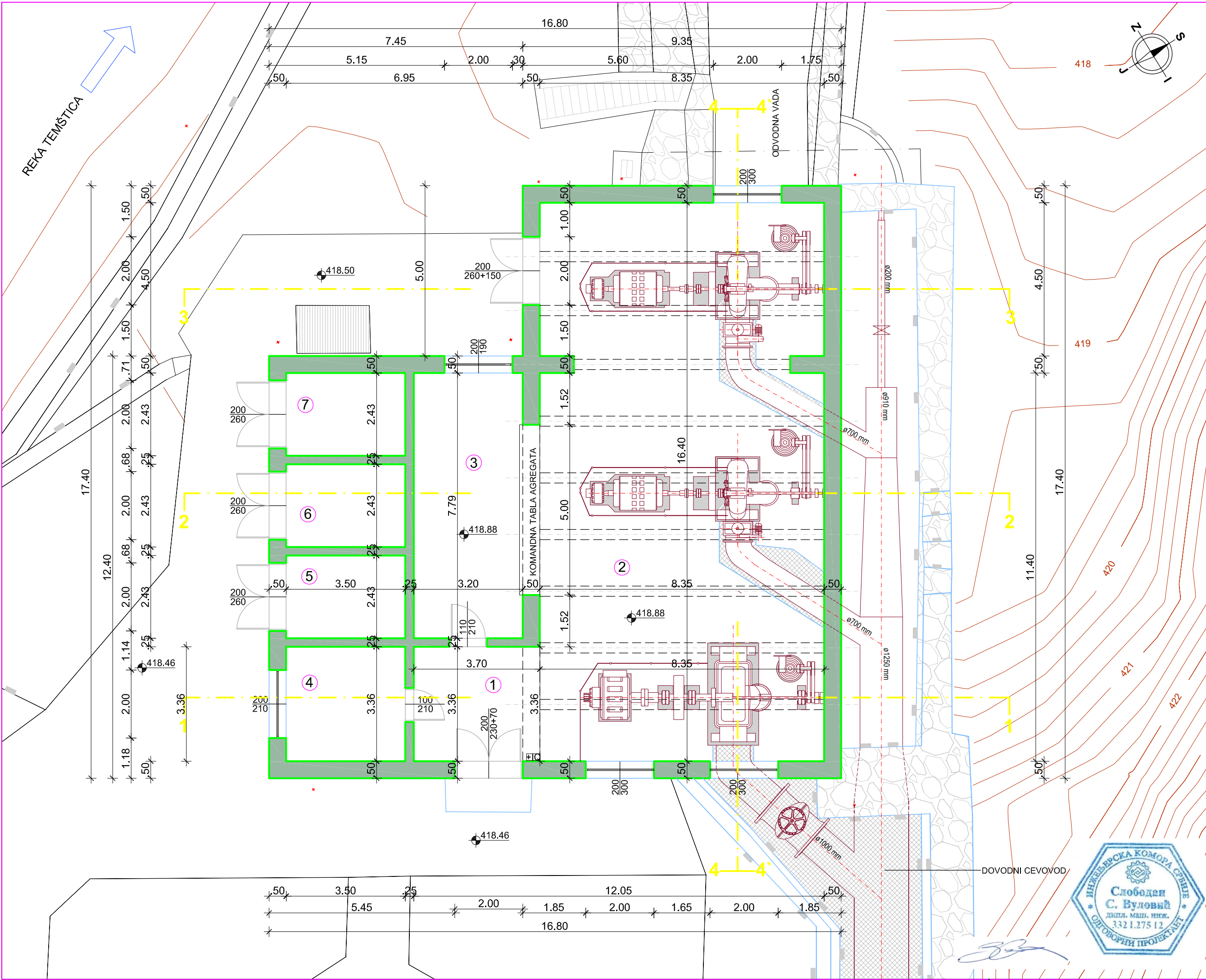
PRESEK 8-8



NAPOMENA:
CRTEŽ JE PREUZET IZ IDEJNOG REŠENJA
POBOLJŠANJA PROIZVODNIH MOGUĆNOSTI HE TEMAC,
ENERGOPROJEKT, DECEMBAR 1994.

R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE	POTPIS
ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D. BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA			
INVESTITOR JP "ELEKTROPRIVREDA SRBIJE "	PROJEKAT IDEJNI PROJEKT REVITALIZACIJE I MODERNIZACIJE VALU-HIDROELEKTRANE - PROJEKAT REKONSTRUKCIJE MHE TEMAC -		
OBJEKAT MHE "TEMAC "	CRTEŽ POSTOJEĆA PREGRADA DISPOZICIJA SA KARAKTERISTIČNIM PRESECIMA		
BROJ UGOVORA 13051-204	DATUM 06. 2019.	FAZA IDP	
ODG.PROJEKT. Slobodan Vuković, dipl.inž.mas br.licence: 3321.27512	RJ 110-204	RAZMERA 1:200	LISTOVA 1
UN. KONTROLA Jovan Bolić, dipl.inž.mas	DEO PROJEKTA 6- PROJEKAT	ŠIFRA CRTEŽA 13051-IDP-XI-06-204-04-1	BR.CRT./IZMENA 1
ŠEF PROJEKTA Nenad Lazkić, dipl.inž.el.	MAS. INSTAL.		04





LEGENDA MATERIJALA:

- PRIMARNI BETON
- ISPUNA ZIDOVA
- ČELIČNO PREKRIĆE KANALA SA CEVOVODOM
- KAMEN

No	Namena prostorija	P - m2	O - m	pod	zid	plafon
1	Hodnik	12.43	14.12	klinter pločice	bojeno	bojeno
2	Mašinska sala	135.94	53.50	klinter pločice	bojeno	bojeno
3	Prostorija za razvodno postrojenje 10kV	24.93	21.98		bojeno	bojeno
4	Kancelarija	11.76	13.72		bojeno	bojeno
5	Magacin	8.50	11.86		bojeno	bojeno
6	Prostorija za trafo	8.50	11.86		bojeno	bojeno
7	Magacin	8.50	11.86		bojeno	bojeno

Ukupna neto površina objekta: 210.57 m2

Ukupna bruto površina objekta: 255.07 m2

Ukupan obim: 68.40 m

R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE	POTPIS
-------	-------	-------------	--------

ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.
BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA

INVESTITOR: JP "ELEKTROPRIVREDA SRBIJE"
PROJEKAT: IDEJNI PROJEKAT REVITALIZACIJE I MODERNIZACIJE MALIH HIDROELEKTANA - PROJEKAT REKONSTRUKCIJE MHE TEMAC -

OBJEKAT: MHE "TEMAC"
CRTEŽ: OSNOVA MAŠINSKE ZGRADE NA KOTI 418.88 - postojeće stanje -

BROJ UGOVORA	DATUM	FAZA	RJ	RAZMERA	LISTOVA
13051-204	06. 2019.	IDP	110-204	1:100	1
ODG.PROJEKT.	Slobodan Vulović, dipl.inž.maš br.licence: 332L27512				
UN. KONTROLA	Jovan Bolić, dipl.inž.maš				
ŠEF PROJEKTA	Nenad Lazić, dipl.inž.el.				
DEO PROJEKTA	6-PROJEKAT MAS.INSTAL.				
SIFRA CRTEŽA	13051-IDP-XH06-204-06-1				
BR.CRT./IZMENA					

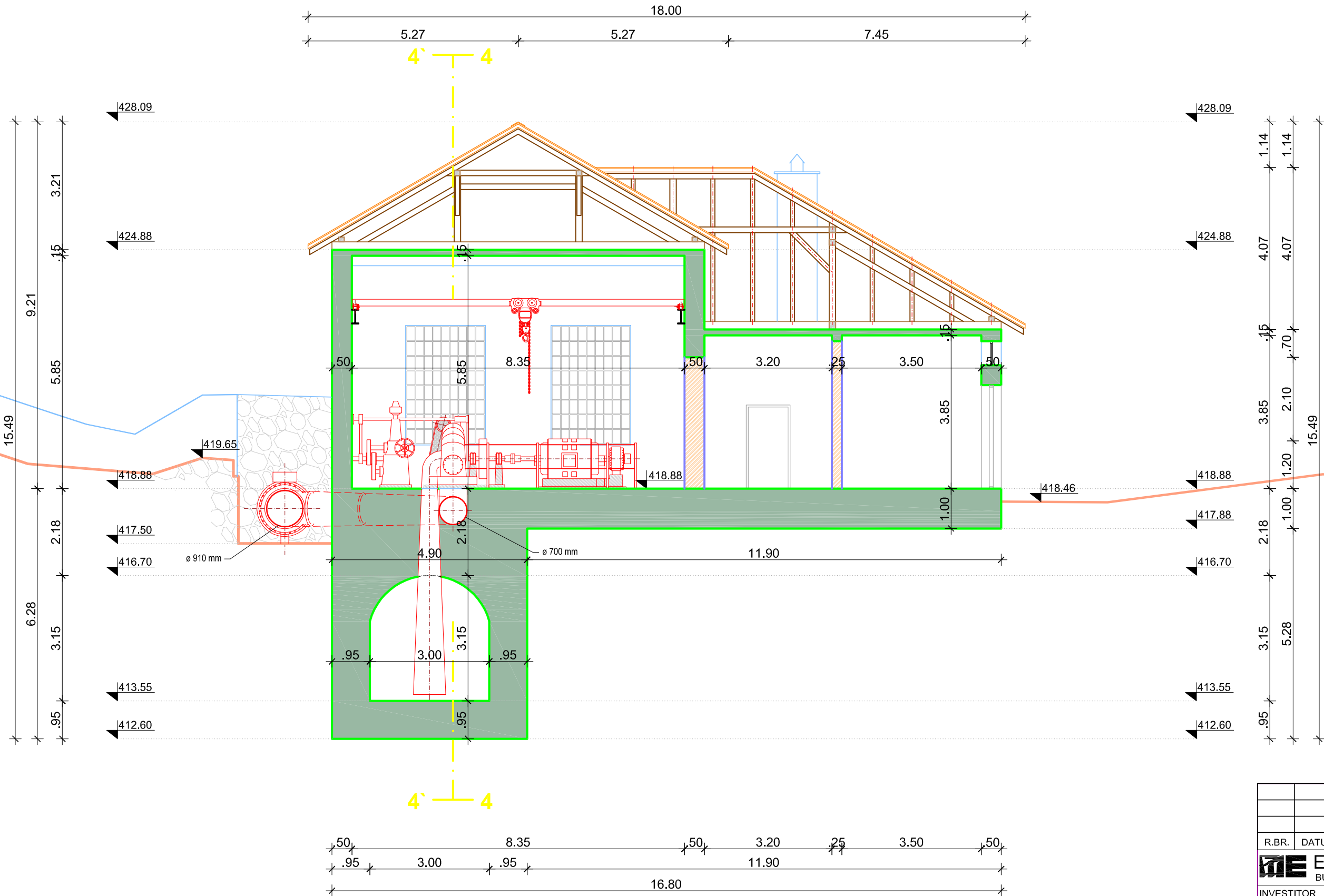
Figure 10.10 shows a dimension line with a total length of 18.00. The dimension is divided into three segments: 5.27, 5.27, and 7.45.



 PRIMARNI BETON
 ISPUNA ZIDOVA
 SEKUNDARNI BETON
 KAMEN

[illegible]

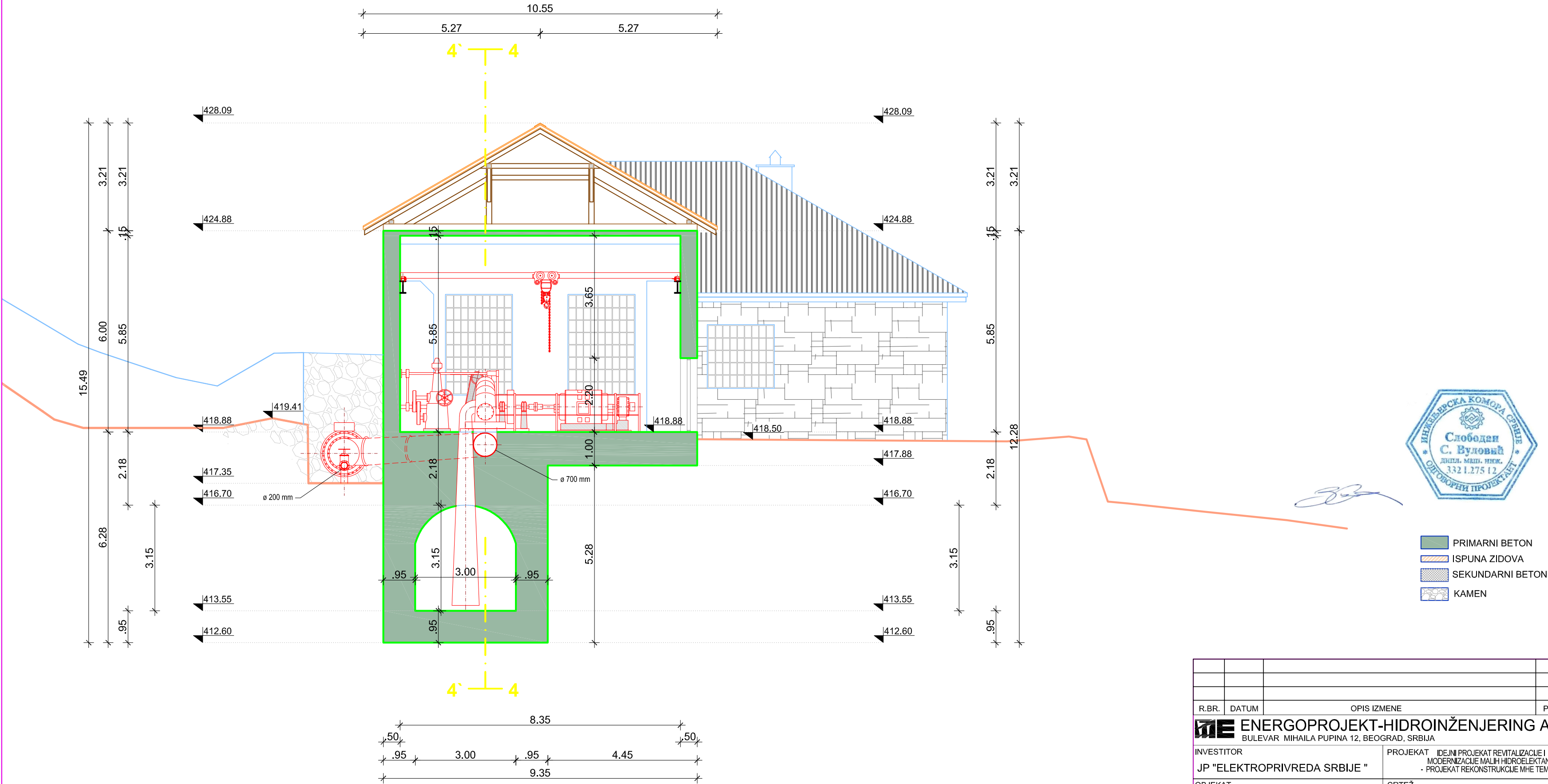
PRESEK 2-2
R 1:100



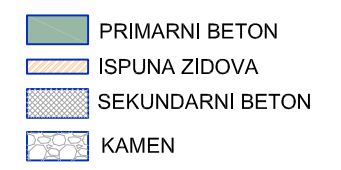
- PRIMARNI BETON
- ISPUNA ZIDOVA
- SEKUNDARNI BETON
- KAMEN

R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE			POTPIS
MHE ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D. BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA					
INVESTITOR JP "ELEKTROPRIVREDA SRBIJE "			PROJEKAT IDEJNI PROJEKAT REVITALIZACIJE I MODERNIZACIJE MALIH HIDROELEKTANA - PROJEKAT REKONSTRUKCIJE MHE TEMAC -		
OBJEKAT MHE "TEMAC"			CRTEŽ PRESEK 2-2 MAŠINSKE ZGRADE - postojeće stanje -		
BROJ UGOVORA 13051-204	DATUM 06. 2019.	FAZA IDP			
ODG.PROJEKT.	Slobodan Vulović, dipl.inž.maš br.licence: 332L27512		RJ 110-204	RAZMERA 1:100	LISTOVA 1
UN. KONTROLA	Jovan Bolić, dipl.inž.maš		DEO PROJEKTA 6-PROJEKAT MAŠ.INSTAL.	ŠIFRA CRTEŽA 13051-IDP-XI-06-204-08-1	LIST 1
ŠEF PROJEKTA	Nenad Lazić, dipl.inž.el.		BR.CRT./IZMENA 08		

PRESEK 3-3
R 1:100

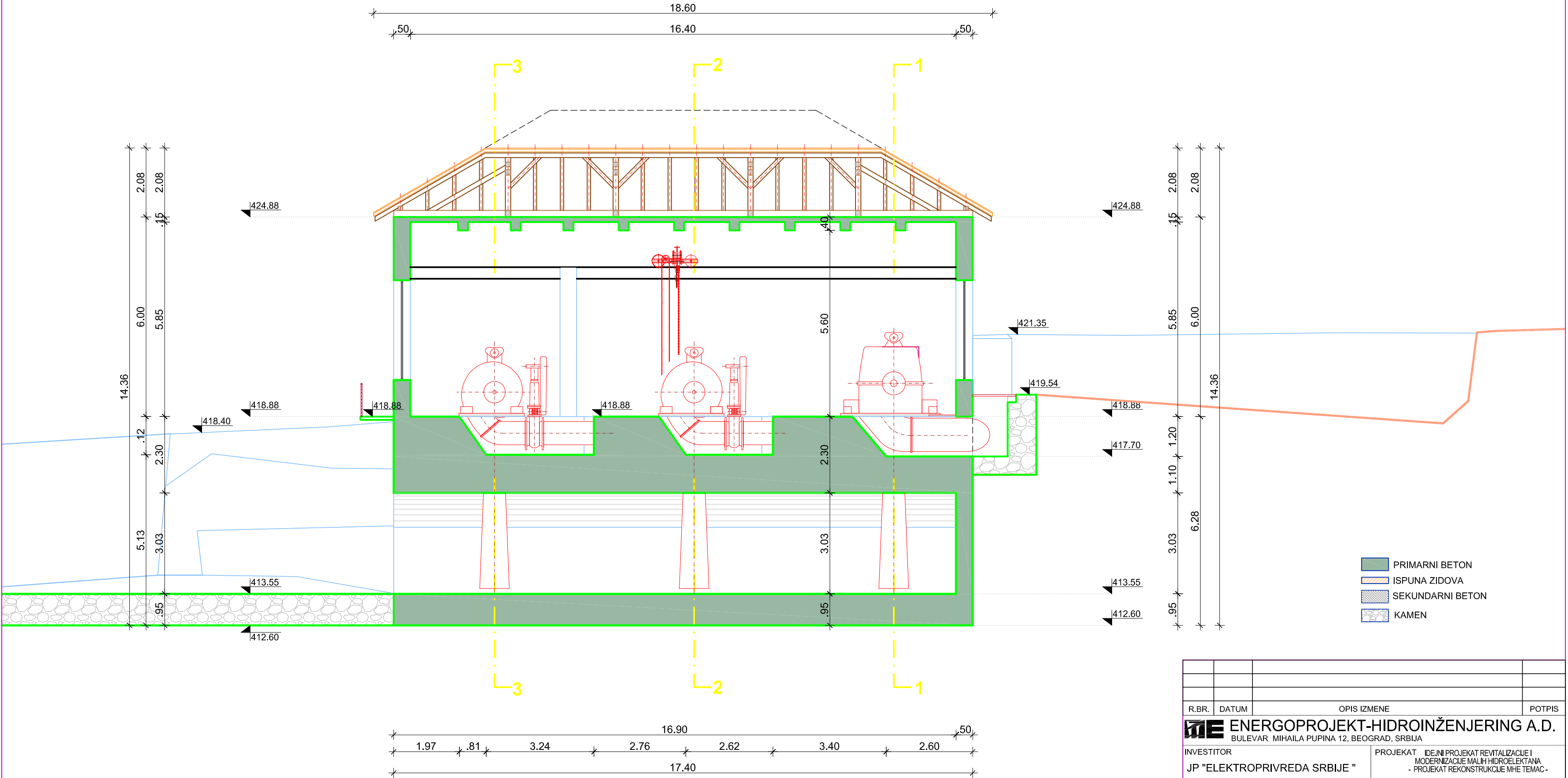


R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE			POTPIS
MHE ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D. BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA					
INVESTITOR JP "ELEKTROPRIVREDA SRBIJE "			PROJEKAT IDEJNI PROJEKAT REVITALIZACIJE I MODERNIZACIJE MALIH HIDROELEKTANA - PROJEKAT REKONSTRUKCIJE MHE TEMAC -		
OBJEKAT MHE "TEMAC"			CRTEŽ PRESEK 3-3 MAŠINSKE ZGRADE - postojeće stanje -		
BROJ UGOVORA 13051-204	DATUM 06. 2019.	FAZA IDP			
ODG.PROJEKT. Slobodan Vulović, dipl.inž.maš br.licence: 332L27512	UN. KONTROLA Jovan Bolić, dipl.inž.maš		RJ 110-204	RAZMERA 1:100	LISTOVA 1
ŠEF PROJEKTA Nenad Lazić, dipl.inž.el.			DEO PROJEKTA 6-PROJEKAT MAŠ.INSTAL.	ŠIFRA CRTEŽA 13051-IDP-XI-06-204-09-1	LIST 1 BR.CRT./IZMENA 09

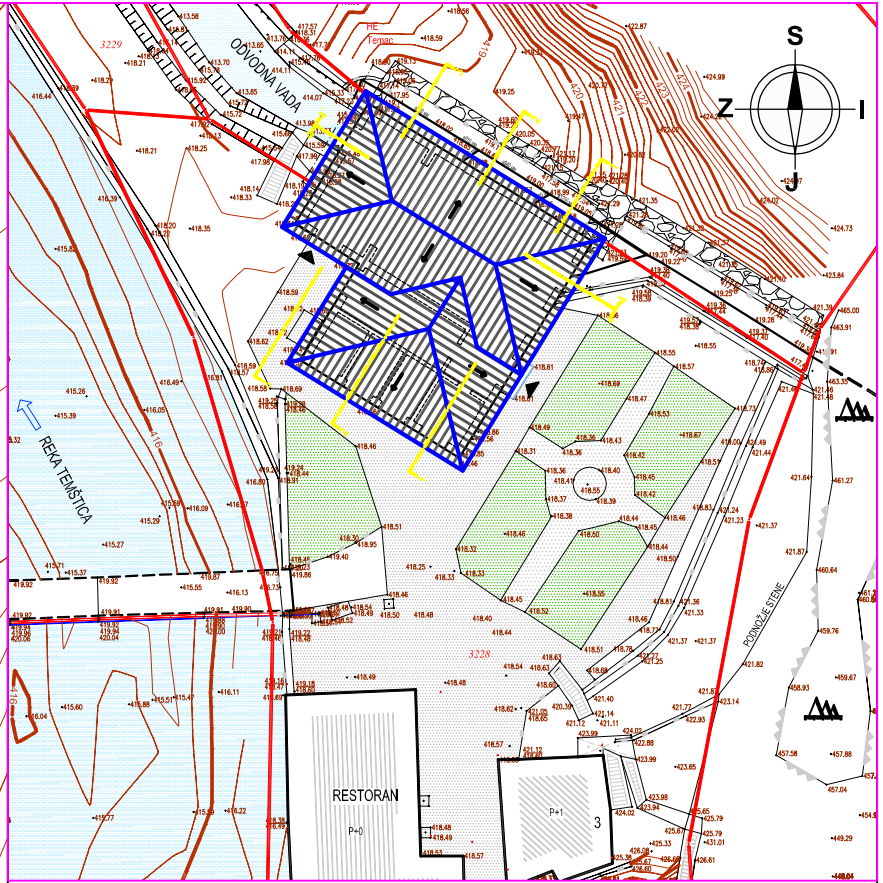
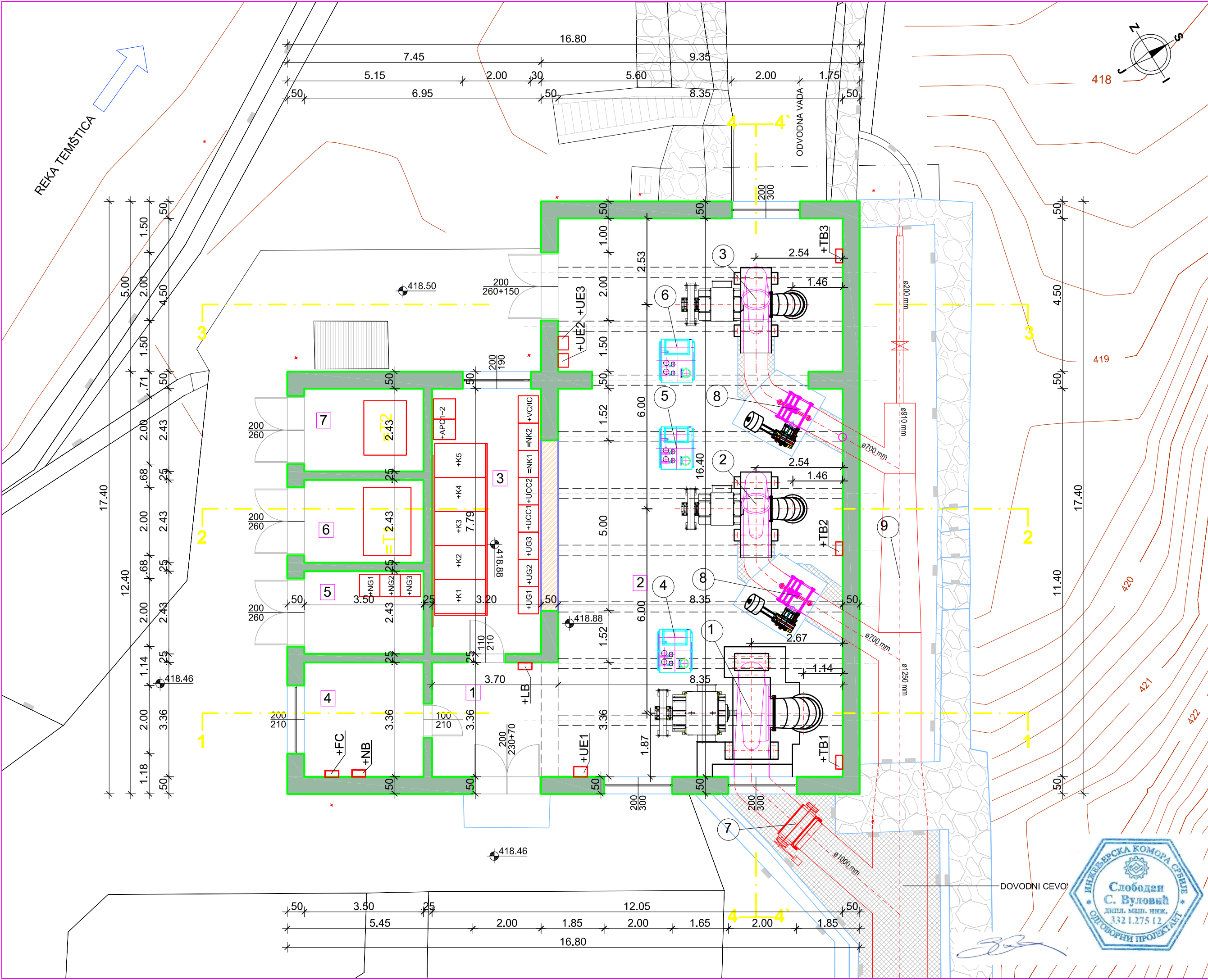


R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE	POTPIS
ME ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D. BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA			
INVESTITOR JP "ELEKTROPRIVREDA SRBIJE "		PROJEKAT IDEJNI PROJEKAT REVITALIZACIJE I MODERNIZACIJE MALIH HIDROELEKTANA - PROJEKAT REKONSTRUKCIJE MHE TEMAC-	
OBJEKAT MHE "TEMAC"		CRTEŽ PRESEK 4-4 MAŠINSKE ZGRADE - postojeće stanje -	
BROJ UGOVORA 13051-204	DATUM 06. 2019.	FAZA IDP	
ODG.PROJEKT.	Slobodan Vulović, dipl.inž.maš br.licence: 332L27512		RJ 110-204
UN. KONTROLA	Jovan Bolić, dipl.inž.maš		RAZMERA 1:100
ŠEF PROJEKTA	Nenad Lazić, dipl.inž.el.	DEO PROJEKTA 6-PROJEKAT MAŠINSTAL.	SIFRA CRTEŽA 13051-IDP-XI-06-204-I-01 BR.CRT./IZMENAI 10

PRESEK 4'-4'
R 1:100



R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE			POTPIS
 ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D. BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA					
INVESTITOR			PROJEKAT		
JP "ELEKTROPRIVREDA SRBIJE "			IDEJNI PROJEKAT REVITALIZACIJE I MODERNIZACIJE MALIH HIDROELEKTANA - PROJEKAT REKONSTRUKCIJE MHE TEMAC -		
OBJEKAT			CRTEŽ		
MHE "TEMAC"			PRESEK 4'-4' MAŠINSKE ZGRADE - postojeće stanje -		
BROJ UGOVORA		DATUM	FAZA		
13051-204		06. 2019.	IDP		
ODG.PROJEKT.	Slobodan Vulović, dipl.inž.maš br.licence: 332L27512		RJ	RAZMERA	LISTOVA
UN. KONTROLA	Jovan Bolić, dipl.inž.maš		110-204	1:100	1
ŠEF PROJEKTA	Nenad Lazić, dipl.inž.el.		DEO PROJEKTA 6-PROJEKAT MAŠ.INSTAL.	ŠIFRA CRTEŽA	BR.CRT./IZMENA
				13051-IDP-XI-06-204-11-1	11



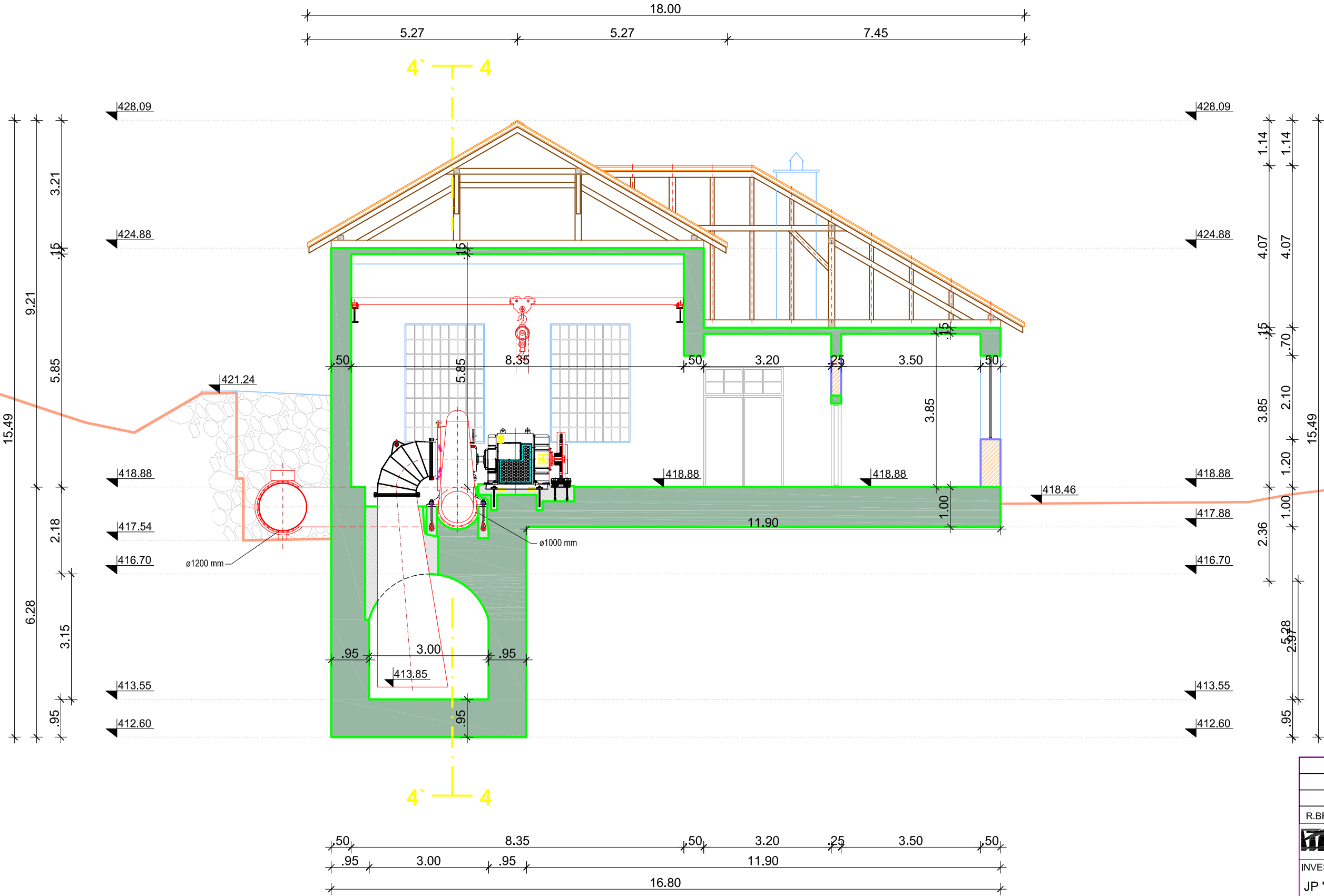
LEGENDA:

- Agregat br.1
- Agregat br.2
- Agregat br.3
- Turbinski regulator agregata 1
- Turbinski regulator agregata 2
- Turbinski regulator agregata 3
- Predturbinski zatvarač Ø1000
- Predturbinski zatvarač Ø700
- Dovodni cevovod

No	Namena prostorija	P - m ²	O - m	pod	zid	plafon
1	Hodnik	12.43	14.12	klinker pločice	bojeno	bojeno
2	Mašinska sala	135.94	53.50	klinker pločice	bojeno	bojeno
3	Prostorija sa elektro ormanima	24.93	21.98		bojeno	bojeno
4	Kancelarija	11.76	13.72		bojeno	bojeno
5	Razvodno postrojenje 10kV	8.50	11.86		bojeno	bojeno
6	Prostorija za glavni transformator	8.50	11.86		bojeno	bojeno
7	Prostorija transformatora za lokalne potrošače	8.50	11.86		bojeno	bojeno

R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE		POTPIS
ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D. BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA				
INVESTITOR		PROJEKAT IDEJNI PROJEKAT REVITALIZACIJE I MODERNIZACIJE MALIH HIDROELEKTANA - PROJEKAT REKONSTRUKCIJE MHE TEMAC -		
JP "ELEKTROPRIVREDA SRBIJE "				
OBJEKT		CRTEŽ		
MHE "TEMAC"		OSNOVA MAŠINSKE ZGRADE NA KOTI 418.88 - novoprojektovano stanje -		
BROJ UGOVORA	DATUM	FAZA		
13051-204	06. 2019.	IDP		
ODG.PROJEKT.	Slobodan Vulović, dipl.inž.maš br.licence: 332L27512		RJ	1
UN. KONTROLA	Jovan Bolić, dipl.inž.maš		110-204	LISTOVA
ŠEF PROJEKTA	Nenad Lazić, dipl.inž.el.		DEO PROJEKTA 6-PROJEKAT MAS.INSTAL.	1
			ŠIFRA CRTEŽA	LIST
			13051-IDP-XH06-204-13-1	BR.CRT./IZMENA
				13

PRESEK 1-1
R 1:100

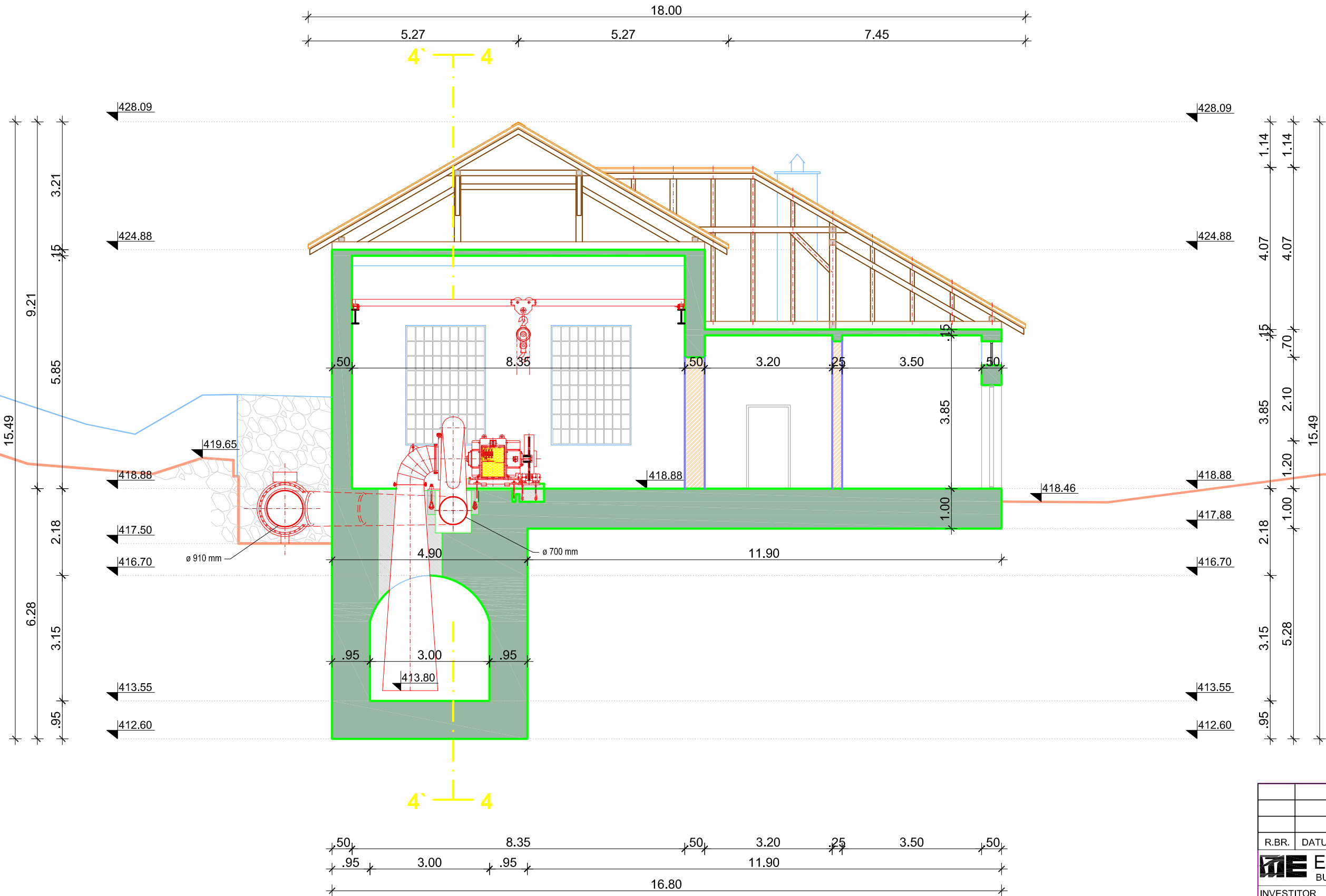


Handwritten signature of the responsible designer.

- PRIMARNI BETON
- ISPUNA ZIDOVA
- SEKUNDARNI BETON
- KAMEN

R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE			POTPIS
ME ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D. BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA					
INVESTITOR JP "ELEKTROPRIVREDA SRBIJE "			PROJEKAT IDEJNI PROJEKAT REVITALIZACIJE I MODERNIZACIJE MALIH HIDROELEKTANA - PROJEKAT REKONSTRUKCIJE MHE TEMAC -		
OBJEKAT MHE "TEMAC"			CRTEŽ PRESEK 1-1 MAŠINSKE ZGRADE - novoprojektovano stanje -		
BROJ UGOVORA 13051-204		DATUM 06. 2019.	FAZA IDP		
ODG.PROJEKT. Slobodan Vulović, dipl.inž.maš br.licence: 332127512		RJ 110-204		RAZMERA 1:100	LISTOVA 1
UN. KONTROLA Jovan Bolić, dipl.inž.maš		DEO PROJEKTA 6-PROJEKAT MAŠ.INSTAL.		ŠIFRA CRTEŽA 13051-IDP-XI-06-204-14-1	LIST 1
ŠEF PROJEKTA Nenad Lazić, dipl.inž.el.				BR.CRT./IZMENA 14	

PRESEK 2-2
R 1:100



Handwritten signature of the project engineer.

- PRIMARNI BETON
- ISPUNA ZIDOVA
- SEKUNDARNI BETON
- KAMEN

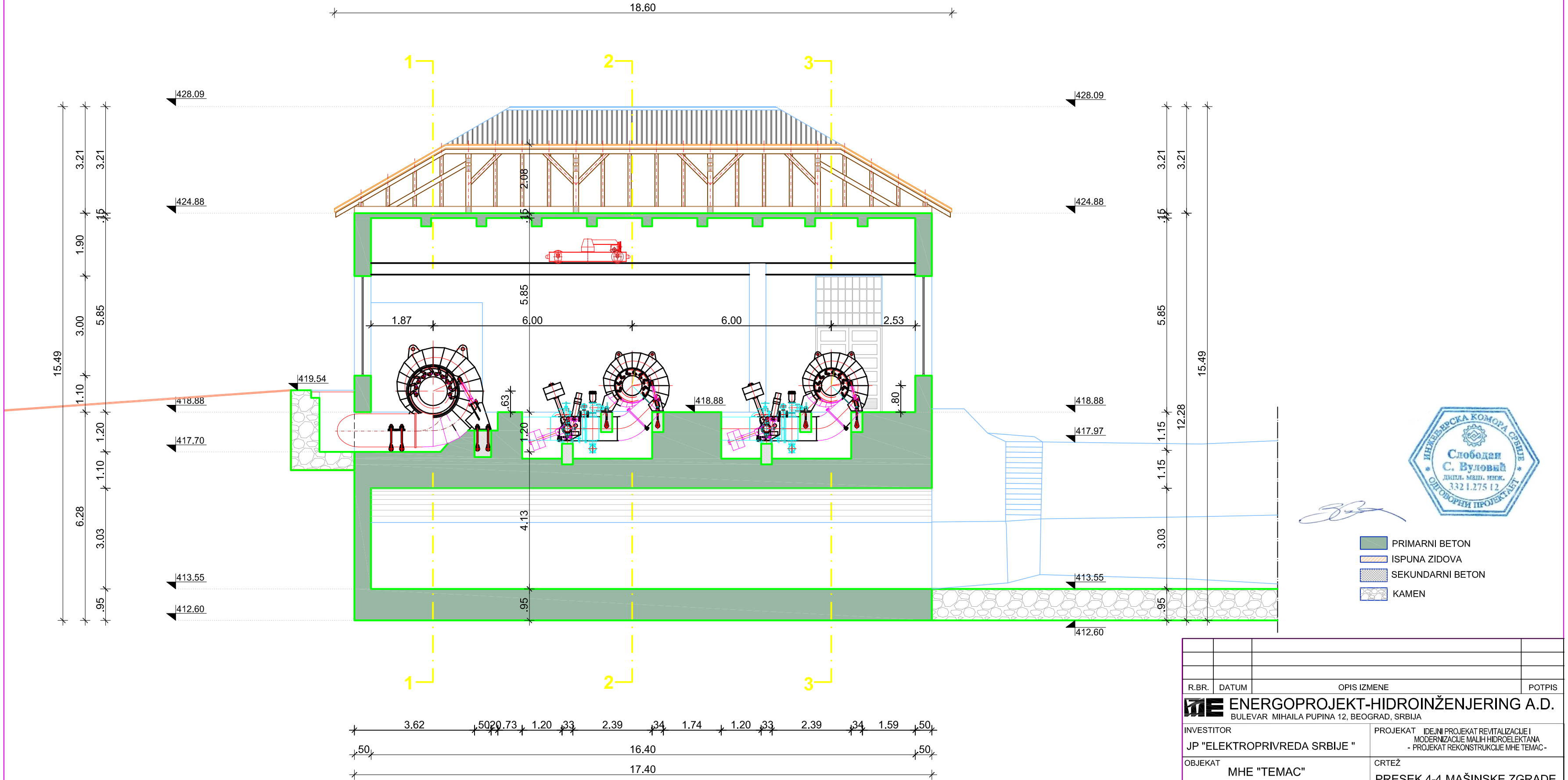
R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE			POTPIS
MHE ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D. BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA					
INVESTITOR JP "ELEKTROPRIVREDA SRBIJE "			PROJEKAT IDEJNI PROJEKAT REVITALIZACIJE I MODERNIZACIJE MALIH HIDROELEKTANA - PROJEKAT REKONSTRUKCIJE MHE TEMAC -		
OBJEKAT MHE "TEMAC"			CRTEŽ PRESEK 2-2 MAŠINSKE ZGRADE - novoprojektovano stanje -		
BROJ UGOVORA 13051-204		DATUM 06. 2019.	FAZA IDP		
ODG.PROJEKT. Slobodan Vulović, dipl.inž.maš br.licence: 3321.27512		RJ 110-204		RAZMERA 1:100	LISTOVA 1
UN. KONTROLA Jovan Bolić, dipl.inž.maš		DEO PROJEKTA 6-PROJEKAT MAŠ.INSTAL.		ŠIFRA CRTEŽA 13051-IDP-XI-06-204-15-1	LIST 1
ŠEF PROJEKTA Nenad Lazić, dipl.inž.el.					BR.CRT./IZMENA 15

Diagram illustrating the addition of two lengths:

$$5.27 + 5.27 = 10.55$$

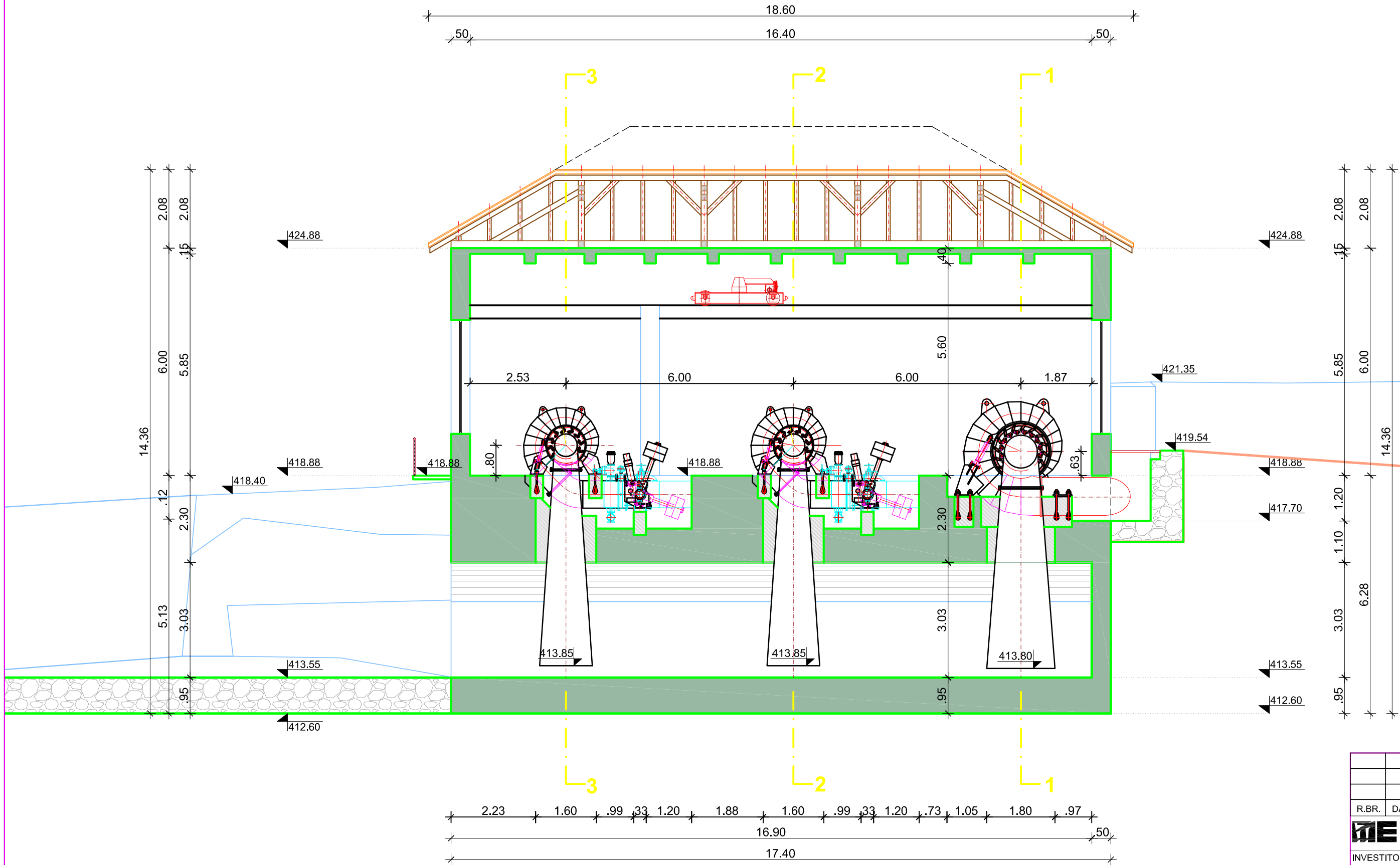

R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE			POTPIS
MHE ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D. BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA					
INVESTITOR JP "ELEKTOPRIVREDA SRBIJE "			PROJEKAT IDEJNI PROJEKAT REVITALIZACIJE I MODERNIZACIJE MALIH HIDROLEKTRANA - PROJEKAT REKONSTRUKCIJE MHE TEMAC -		
OBJEKAT MHE "TEMAC"			CRTEŽ PRESEK 3-3 MAŠINSKE ZGRADE - novoprojektovano stanje -		
BROJ UGOVORA 13051-204	DATUM 06. 2019,	FAZA IDP			
ODG.PROJEKT. UN. KONTROLA	Slobodan Vulović, dipl.inž.maš br.ličnice: 332L27512 Jovan Bolić, dipl.inž.maš	RJ 110-204	RAZMERA 1:100	LISTOVA LIST	1 1
ŠEF PROJEKTA	Nenad Lazić, dipl.inž.el.	DEO PROJEKTA 6-PROJEKAT MAS.INSTAL.	ŠIFRA CRTEŽA 13051-IDP-XI-06-204-16-I	BR.CRT./IZMENA	16

PRESEK 4-4
R 1:100



R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE			POTPIS
ME ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D. BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA					
INVESTITOR JP "ELEKTROPRIVREDA SRBIJE "			PROJEKAT IDEJNI PROJEKAT REVITALIZACIJE I MODERNIZACIJE MALIH HIDROELEKTANA - PROJEKAT REKONSTRUKCIJE MHE TEMAC -		
OBJEKAT MHE "TEMAC"			CRTEŽ PRESEK 4-4 MAŠINSKE ZGRADE - novoprojektovano stanje -		
BROJ UGOVORA 13051-204	DATUM 06. 2019.	FAZA IDP			
ODG.PROJEKT. Slobodan Vulović, dipl.inž.maš br.licence: 332L27512	UN. KONTROLA Jovan Bolić, dipl.inž.maš		RJ 110-204	RAZMERA 1:100	LISTOVA 1
ŠEF PROJEKTA Nenad Lazić, dipl.inž.el.			DEO PROJEKTA 6-PROJEKAT MAŠ.INSTAL.	SIFRA CRTEŽA 13051-IDP-XI-06-204-17-1	BR.CRT./IZMENA 17

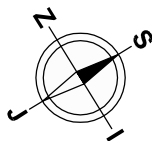
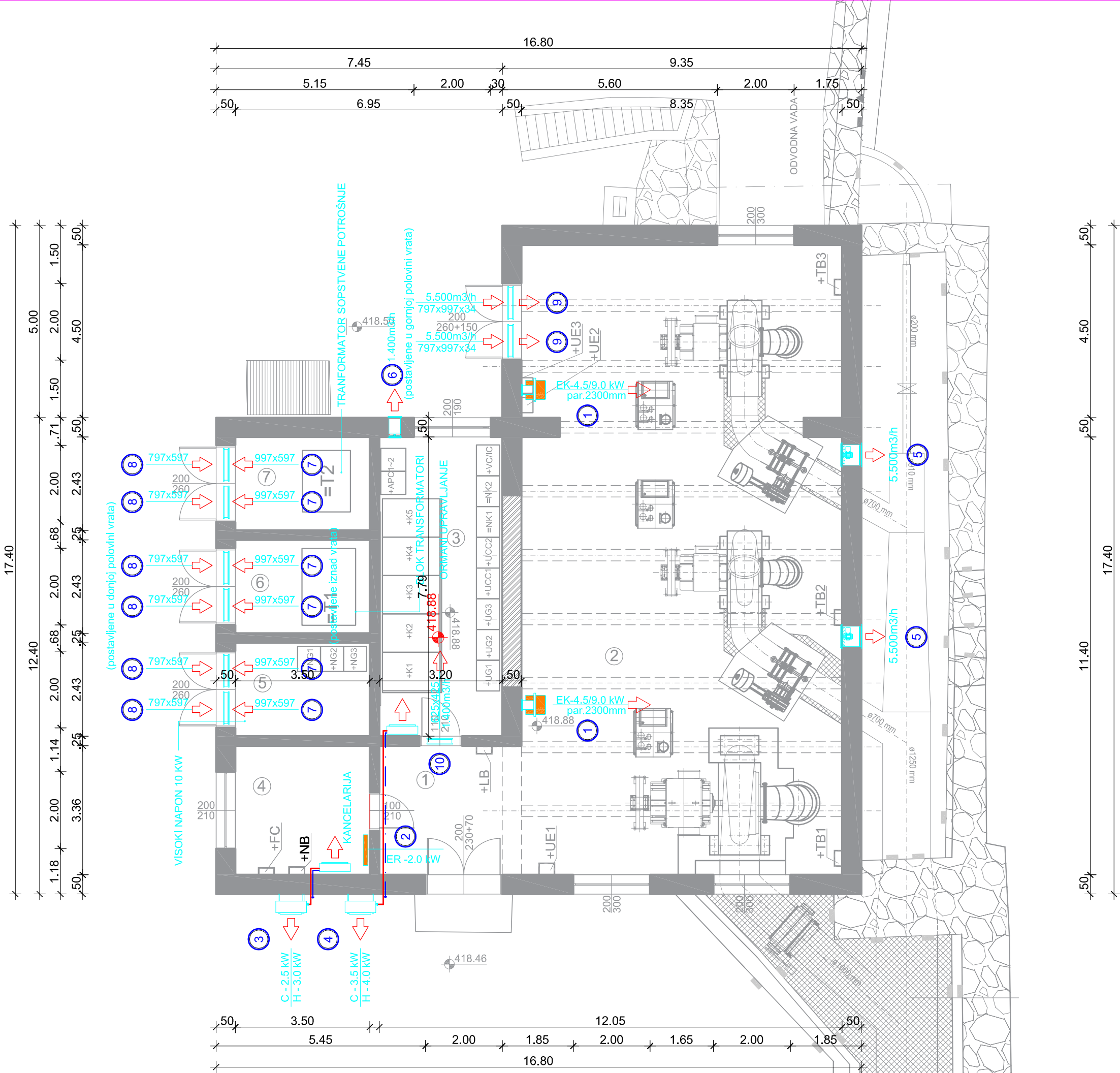
PRESEK 4'-4'
R 1:100



[Handwritten signature]

- PRIMARNI BETON
- ISPUNA ZIDOVA
- SEKUNDARNI BETON
- KAMEN

R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE			POTPIS
MHE ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D. BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA					
INVESTITOR JP "ELEKTROPRIVREDA SRBIJE "			PROJEKAT IDEJNI PROJEKAT REVITALIZACIJE I MODERNIZACIJE MALIH HIDROELEKTANA - PROJEKAT REKONSTRUKCIJE MHE TEMAC -		
OBJEKAT MHE "TEMAC"			CRTEŽ PRESEK 4`-4` MAŠINSKE ZGRADE - novoprojektovano stanje -		
BROJ UGOVORA 13051-204		DATUM 06. 2019.	FAZA IDP		
ODG.PROJEKT. Slobodan Vulović, dipl.inž.maš br.licence: 332L27512		RJ 110-204		RAZMERA 1:100	LISTOVA 1
UN. KONTROLA Jovan Bolić, dipl.inž.maš		DEO PROJEKTA 6-PROJEKAT MAŠ.INSTAL.		ŠIFRA CRTEŽA 13051-IDP-XI-06-204-18-1	BR.CRT./IZMENA 1
ŠEF PROJEKTA Nenad Lazić, dipl.inž.el.					18



LEGENDA

1. Elektricni zidni kalorifer
- snaga elektro grejača

4500/9000 W
2. Elektricni radiator
- snaga radijatora

2000 W
3. Klima uređaj - zidni
- rashladni kapacitet
- toplotni kapacitet
- instalisana snaga

2.5 kW
3.0 kW
0.6 kW
4. Klima uređaj - zidni
- rashladni kapacitet
- toplotni kapacitet
- instalisana snaga

3.5 kW
4.0 kW
0.9 kW
5. Aksijalni ventilator
- kapacitet
- snaga elektromotora
- pad pritiska
- napon napajanja

5500 m3/h
0.607 kW
113 Pa
230V/50Hz
6. Aksijalni ventilator
- kapacitet
- snaga elektromotora
- pad pritiska
- napon napajanja

1400 m3/h
0.16 kW
80 Pa
230V/50Hz
7. Zaštitna rešetka - postavljena iznad vrata
- protok vazduha
- dimenzije

..... m3/h
997 x 597 mm
8. Zaštitna rešetka - postavljena u donjoj polovini vrata
- protok vazduha
- dimenzije

..... m3/h
797 x 597 mm
9. Zaštitna rešetka - postavljena u gornjoj polovini vrata
- protok vazduha
- dimenzije

5.500 m3/h
797 x 997 x 34 mm
10. Nadpritisna rešetka
- protok vazduha
- dimenzije

1.400 m3/h
625 x 425 mm

Namena prostorija:

- 1 Hodnik
- 2 Mašinska sala
- 3 Prostorija sa elektro ormanima
- 4 Kancelarija
- 5 Razvodno postrojenje 10kV
- 6 Prostorija za glavni transformator
- 7 Prostorija transforamtora za lokalne potrošače



R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE			POTPIS
 ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D. BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA					
INVESTITOR			PROJEKAT IDEJNI PROJEKAT REVITALIZACIJE I MODERNIZACIJE MALIH HIDROELEKTANA - PROJEKAT REKONSTRUKCIJE MHE TEMAC -		
JP "ELEKTROPRIVREDA SRBIJE "					
OBJEKAT			CRTEŽ OSNOVA NA KOTI 418.88mm OPREMA ZA GREJANJE, HLADJENJE I VENTILACIJU - novoprojektovano stanje -		
MHE "TEMAC"					
BROJ UGOVORA	DATUM	FAZA			
13051-204	06. 2019.	IDP			
ODG.PROJEKT.	Slobodan Vulović, dipl.inž.maš br.licence: 332L27512		RJ	RAZMERA	LISTOVA
UN. KONTROLA	Jovan Bolić, dipl.inž.maš		110-204	1:100	1
ŠEF PROJEKTA	Nenad Lazić, dipl.inž.el.		DEO PROJEKTA 6-PROJEKAT MAŠ.INSTAL.	ŠIFRA CRTEŽA 13051-IDP-XI-06-204-19-1	BR.CRT./IZMENA 19