

УНИВЕРЗИТЕТ “Гоце Делчев” – Штип
Факултет за природни и технички науки
ШТИП

ПРОЕКТ

**РЕКОНСТРУКЦИЈА НА СИСТЕМОТ ЗА ПОВРАТНА -
РЕЦИРКУЛАЦИОНА ТЕХНОЛОШКА ВОДА (ПРИ МАХ. -
ЗАВРШНО НАДВИШУВАЊЕ НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕТО I,
II и III ЕТАПА - над кота 630 м.)**

ИЗРАБОТИЛЕ:

Борис Крстев

Стојан Здравев

Благој Голомеов

Владо Гичев

Сашко Иванов

Александар Крстев

Ристо Поповски

ШТИП, 2010 година

**РЕКОНСТРУКЦИЈА НА СИСТЕМОТ ЗА ПОВРАТНА - РЕЦИРКУЛАЦИОНА
ТЕХНОЛОШКА ВОДА (ПРИ МАХ. - ЗАВРШНО НАДВИШУВАЊЕ НА
ХИДРОЈАЛОВИШТЕТО I, II и III ЕТАПА - над кота 630 м.)**

1.0 ТЕХНИЧКИ ИЗВЕШТАЈ

1.1. Вовед

Потребата за реконструкција на системот за повратна технолошка вода произлегува од веќе изработениот проект за максимално надвишување на постојното хидројаловиште - над кота 630 м, на погонот флотација на рудникот за бакар "БУЧИМ" А.Д. - Радовиш, поточно неговиот технолошки дел.

Овој изведбен проект, како што е дефинирано со ПРОЕКТНАТА ЗАДАЧА, опфаќа техничко решение за реконструкција на системот за повратна - рециркулациона технолошка вода при максимално надвишување на хидројаловиштето - над кота 630 м. По неговото усвојување истиот ќе претставува подлога за понатамошна изработка на техничка документација на ниво од главен и изведбен проект по кои во иднина ќе се врши негова реконструкција - изградба.

Реконструкцијата на постојниот систем за повратна - рециркулациона технолошка вода, при горенаведеното идно надвишување на хидројаловиштето - над кота 630 м, од технолошко - технички аспект, произлегува од следниве услови:

- a) потребата од неминовно максимално дислоцирање на постојните пловни пумпи - понтони (1 и 2), по висина до максимална кота ~ 648 м и должина 714 м (пресметано на постојното ниво и локација), за идното предложено максимално надвишено таложно езеро на хидројаловиштето;
- b) малата директна висина во однос на идното надвишување на: постојната шахта, кота 623 м стационожа 1+859 km (пресметано од погонот флотација), потисниот цевковод Ф 508/7 mm, во должина од 865,5 м, кота 622 м, односно постојниот спој на стационарните и флексибилни потисни челични цевководи Ф 508/7 mm, со флексибилно гумено -

- армираните црева Φ 400 mm, од пловните пумпи - понтони (1 и 2), кота 620 m;
- в) малата директна висина на постојната трафостаница, кота 630 m, која се наоѓа во непосредна близина на постојната шахта, кота 623 m, стационожа 1+859 km (пресметано од погонот флотација);
- г) големата постојна вкупна должина од 865 m (заради отпорите) на постојните, веќе два пати продолжени електрични кабли за електро моторен развод на пловните пумпи - понтони (бр.1 и 2), од трафостаницата, кота 630 m;
- д) малата директна висина на постојниот далновод со еден столб, кота 638 m за снабдување со електрична енергија до трафостаницата, кота 630 m, која се наоѓа во близина на постојната шахта, кота 623 m стационожа 1 + 859 km

Напомена

Потребата од неминовна дислокација на пловните пумпи - понтони (бр.1 и 2), проследено со поставување на нов потисен цевковод Φ 508/7 mm, за зафаќање на избистрена (механички чиста) технолошка вода, произлегува, пред се, од податокот дека во досегашното тековно работење, просечно годишно се вршело издигање на нивото на водата во таложното езеро од 1,8 - 2,0 m.

1.2. Концепција на техничкото решение

Концепцијата на техничкото решение за реконструкција на системот за повратна - рециркулациона технолошка вода при максималното надвишување на постојното хидројаловиште, - над кота 630 m, (односно I, II и III етапа, кота 638, 646 и 654 m), е диктирано од потребата за обезбедување на следниве услови:

- а) дислокација по висина на постојниот систем за повратна-рециркулациона технолошка вода заради задоволување на новите услови диктирани од максималното надвишување на хидројаловиштето (III етапа, кота 654 m), при што треба да се изврши:
- максимална дислокација по должина од 714 m во однос на постоечката локација на пловните пумпи - понтони (бр.1 и 2) - I и II локација, кота 620 - 648 m, односно подалеку од т.н. *плажа* (тињаост дел на таложното езеро), за зафаќање од подлабокиот избистрен слој на водата во таложното езеро;
 - определување на новата висинска локација за новите челични цевководи Φ 508/7 mm, кои се протегаат до новата шахта, кота 650,52 m, нова стациоњажа 0 + 110 km која служи за обединување - спојување на цевководите од постојните пловни пумпи - понтони (бр.1 и 2);
 - определување на трасата на новиот потисен челичен цевковод Φ 508/7 mm од новата шахта кота 650,52 m, нова стациоњажа 0+110 km, во должина од 1103 m, до спојот со постојниот потисен челичен цевковод Φ 508/7 mm, кота 634,37 m, стациоњажа 1+756,9 km сметајќи од резервоарите за технолошка вода кота 686 m. (Треба да се напомене дека постојниот потисен челичен цевковод останува непроменет и се протега од резервоарите за вода до спојот со новиот потисен челичен цевковод. Се состои од две делници, 1378,51 m со дијаметар Φ 660,4 mm и 378,39 m со дијаметар Φ 508/7 mm.)
- б) дислокација на еден дел од електричната опрема над кота 650,52 m. Обезбедување на нова максимална висинска локација на трансформаторот. Обезбедување на безбедна локација на новиот дислоциран столб на далноводот, кота 655 m, стациоњажа 2+180 km (пресметано од новата шахта, кота 650,52 m);
- в) дислокација новиот пристапен пат над кота 650,52 m, со ширина 3.00 m и паралелна со него траса за новиот потисен челичен цевковод Φ 508/7 mm.

Тргувајќи од потребата за максимално искористување на постојната расположива опрема (во прв ред постојните пловни пумпи - понтони бр. 1 и 2), усвоено е следново концепциско решение:

- директно зафаќање и пумпање на повратната - рециркулациона технолошка вода од новата локација на пловните пумпни станици (понтони бр. 1 и 2) ката 620 - 648 m, преку двата постојни потисни цевководи Φ 508/7 mm, до спојот со новата шахта, ката 650,52 m, стационожа 0+110 km;
- поставување на нов потисен цевковод Φ 508/7 mm, со должина 1103 m. Истиот ќе претставува спој помеѓу цевководите од постојните пловни пумпни станици - понтони (бр. 1 и 2) и постојниот потисен челичен цевковод Φ 508/7 mm. Почетокот на постојниот потисен челичен цевковод се наоѓа на ката 634,37 m стационожа 1+756,9 km, (пресметано од резервоарите за вода);
- изградба на нов пристапен пат со ширина од 3.0 m и вкупна должина од 1300 m, кој го прати новиот потисен цевковод.

Новиот реконструиран систем за зафаќање и транспорт на повратната - технолошка вода се предвидува и понатаму да биде со постојниот капацитет.

Ова техничко решение за зафаќање и транспорт на повратната - рециркулациона технолошка вода при максимално надвишување на постојното хидројаловиште - над ката 630 m (односно: I, II и III етапа, ката 638, 646 и 654 m), е прикажано со следната скица.

2.0. ЕЛЕМЕНТИ ЗА ПРЕСМЕТКА - ПРОЕКТИРАЊЕ

Технолошко - хидрауличен дел

Елементите за пресметка - проектирање при реконструкцијата на системот за повратна - рецикулациона технолошка вода ги усвојуваме од технолошки дел на проектот за максимално надвишување на постојното хидројаловиште - над ката 630 m (односно I, II и III етапа, ката 638, 646 и 654 m).

2.1.0. Технолошки показатели за производство и преработка на руда

Технолошките показатели за остварено, планирано и перспективно индустриско производство на руда од рудникот за бакар *Бучим* изнесува:

$Q'_{\text{год}}$ - постоеен капацитет:	3.830.000 t/god.
$Q''_{\text{год}}$ - планиран капацитет - просечно:.....	4.000.000 t/god.
$Q'''_{\text{год}}$ - планиран капацитет - максимум:	4.200.000 t/god.
$Q''''_{\text{год}}$ - перспективно:	4.500.000 t/god.

Рудникот за бакар *Бучим* очекува да го достигне планираното максимално производство од $Q'''_{\text{год}} = 4.200.000$ t, ископана руда и истата да ја преработи во индустрискиот погон флотација со досега остварениот:

- часовен капацитет,	$Q_{\text{час}}$: - I секција	280 t/h
	- I и II секција	560 t/h
- ефективен времен фонд,	E_{ef} :	84 %

Овие технички показатели заедно со остварените и перспективните се прикажани во табела 1.

Табела 1

Елементи	Остварено	Планирано просечно	Планирано максимално	Перспективно
1	2	3	4	5
Капацитет на руда:				
$Q_{t/god.}$ – влажна	3.830.000	4.000.000	4.200.000	4.500.000
H_2O %	2	2	2	2
$Q_{t/god.}$ – сува	3.753.400	3.920.000	4.116.000	4.410.000
Капацитет /I-II секција/ погон флотација:				
$Q_{t/h}$: - I секција	258	270	280	280
- I и II секција	516	540	560	560
Работно време:				
T_{ras} [h/god]	8760	8760	8760	8760
$T_{ef.}$ [h/god]	7271	7271	7350	7875
$E_{ef.}$ [%]	83	83	84	90

каде што е: $T_{ras.}$ – расположиво работно време во текот на годината,
 $T_{ef.}$ – ефективно работно време,
 $E_{ef.}$ – ефективен временски фонд,

Проектираните параметри се следните:

$Q_{t/h}$: - I секција 250 t/h
- I и II секција 500 t/h
 $E_{ef.}$: 92 %

Според изнесените податоци во табела 1, перспективното производство на руда од $Q_{god.}''' = 4.500.000$ t/god. (даден во проектната задача), со досега остварениот часовен капацитет во погонот флотација:

$Q_{час.}$: - I секција 280 t/h
- I и II секција 560 t/h

може да се оствари со ефективен временски фонд од $E_{ef.} = 90\%$

Имајќи го сето ова предвид, во понатамошната пресметка-проектирање ги усвојуваме технолошките показатели само за остварено, планирано просечно и планирано максимално производство (преработка) на руда, дадено во табела 2.

Табела 2

Елементи	Остварено	Планирано просечно	Планирано максимално
1	2	3	4
Руда:			
$Q_{vl.ruda}$ – влажна руда, [t/god.]	3.830.000	4.000.000	4.200.000
H_2O – влага во рудата, [%]	2	2	2
Q_{ruda} – сува руда, [t/god.]	3.753.400	3.920.000	4.116.000
$Cu_{rud.}$ – содржина на бакар [%]	0.270	0.235	0.235
Концентрат:			
$Q_{K/Cu}$ – количина на K/Cu, [t/god.]	48.206	44.541	46.010
$Cu_{K/Cu}$ – квалитет на K/Cu, [%]	18,20	18,20	18,50
I_{Cu} – искорист. на Cu во K/Cu [%]	88	88	88
Јаловина:			
$Q_{јал.}$ – јаловина, [t/god]	3.705.194	3.875.460	4.069.990
Ефек. врем. фонд			
$E_{ef.}$ – ефект. врем. фонд, [%]	83	83	84

Усвојуваме:

Q_{ruda} – год. капац. на прер. руда [t/god]	3.753.400	3.920.000	4.116.000
$Q_{K/Cu}$ – год. капац. на K/Cu [t/god]	48.206	44.541	46.010
$Q_{јал.}$ – год. капац. на јалов., [t/god]	3.705.194	3.875.460	4.069.990
$E_{ef.}$ – ефект. врем. фонд, [%]	83	83	84

2.2.0. Одредување на потребната количина повратна - рециркулациона технолошка вода

Одредувањето на потребната количина на повратна-рециркулациона технолошка вода за зафаќање и пумпање од таложното езеро при максимално надвишување на хидројаловиштето - над кота 630 m, ја вршине според масите на цврстата фаза од производите на флотациската концентрација (руда, концентрат на бакар и јаловина) и тоа на остварено, планирано просечно и планирано максимално производство, прикажано во табела 3.

Табела 3

Елементи	Остварено	Планирано просечно	Планирано максимално
1	2	3	4
Руда:			
Q_{ruda} [t/god]: – I секција	1.876.700	1.960.000	2.058.000
– I и II секција	3.753.400	3.920.000	4.116.000
Q_{ruda} [t/den]: – I секција	6.192	6.480	6.720
– I и II секција	12.384	12.960	13.440
Q_{ruda} [t/h]: – I секција	258	270	280
– I и II секција	516	540	560
Концентрат К/Си:			
$Q_{\text{K/Cu}}$ [t/god]: – I секција	24.103	22.270	23.005
– I и II секција	48.206	44.541	46.010
$Q_{\text{K/Cu}}$ [t/den]: – I секција	79,56	73,51	75,93
– I и II секција	159,12	147,02	151,87
$Q_{\text{K/Cu}}$ [t/h]: – I секција	3,51	3,06	3,16
– I и II секција	6,63	6,12	6,32
Јаловина:			
Q_{jal} [t/god]: – I секција	1.852.597	1.937.730	2.034.995
– I и II секција	3.705.194	3.875.460	4.069.990
Q_{jal} [t/den]: – I секција	6.112	6.406	6.644
– I и II секција	12.225	12.812	13.288
Q_{jal} [t/h]: – I секција	255	266	277
– I и II секција	510	533	554
Усвојуваме:			
Q_{jal} [t/den]: – I секција	6.112	6.406	6.644
– I и II секција	12.225	12.812	13.288
Q_{jal} [t/h]: – I секција	255	266	277
– I и II секција	510	533	554

Поточно пресметката и контролата на количината на повратна рециркулациона технолошка вода ја одредуваме од содржината на течната фаза во флотациската пулпа-јаловина, односно масениот просечен однос на:

цврста : течна фаза, Ц : Т = 1 : 1,63 или цврста фаза 38% : течна фаза 62%,

За усвоената просечна дневна количина (при планирана максимална преработка на руда), $Q_{\text{јал.}} - \text{max.} = 13.288 \text{ t/den.}$, пресметката на повратната рециркулациона технолошка вода е дадена во табела 4.

Табела 4

Карактер на флотациската јаловина	Усвоена количина на јаловина $Q_{\text{јал.}} = 13.288 \text{ t/den [38\% Ц, 62\% Т]}$	
	I – секција	I и II секција
1. – Маса на цврста фаза, [t/den]	6.644	13.288
2. – Однос Ц:Т (масен-тежински)	1 : 1,63	1 : 1,63
3. – Маса на течна фаза-вода, [t/den]	10.829,72	21.659,44
4. – Маса на пулпа, [t/den]	17.473,72	34.947,44
5. – Волумен на течна фаза-вода, [m ³ /den]	10.829,72	21.659,44
6. – Волумен на пулпата, [m ³ /den]	13.290,46	26.580,92
7. – Густина на пулпата, [t/m ³]	1,31	1,31
8. – Однос Ц:Т волуменски	1 : 5,40	1 : 5,40
9. – Проток (вода): - часовен, [m ³ /h]	451,24	902,48
- минутен, [m ³ /min]	7,52	15,04
- секунден, [l/s.]	125,34	250,68

Усвојуваме: q – секунден проток на вода (течна фаза), [l/s]:

	I – секција	I и II секција
а) минимален капацитет		
- за потребите на процесот [l/s]	125,00	250,00
- загуби во погонот (максимум 20% од потребите на процесот), [l/s]	25,00	50,00
Вкупно:	150,00	300,00
б) максимален капацитет		
- за потребите на процесот [l/s]	125,00	250,00
- загуби во погонот (максимум 20% од потребите на процесот), [l/s]	25,00	50,00
- резервна количина (максимум 20% од потребите на процесот), [l/s]	25,00	50,00
Вкупно:	175,00	350,00

Според тоа, количеството на повратна – рециркулациона технолошка вода, усогласена со работната точка на пумпите, определена со помош на карактеристиките на пумпите и системот изгледа вака:

- 1 (една) пумпа
капацитет $q = 200 \text{ l/s. или } 0,200 \text{ m}^3/\text{s.}$
- 2 (две) пумпи (паралелна врска)
капацитет $q = 275 \text{ l/s. или } 0,275 \text{ m}^3/\text{s.}$

3.0. РЕВИЗИОНА ПРЕСМЕТКА НА ПОСТОЈНИТЕ ПУМПИ И ПОТИСНИОТ ЦЕВКОВОД

Хидрауличката пресметка, која претставува ревизија, на постојните пумпи и потисните цевководи како дел од постојниот систем за зафаќање и пумпање на повратната – рециркулациона технолошка вода – I и II локација кота 620/635 и 635/648 m, на понтоните 1 и 2, при максимално надвишување на хидројаловиштето I, II и III етапа, кота 638, 646 и 654 m, ја вршиме за следниве елементи (објекти):

- постојните пловни пумпни станици (понтони 1 и 2), секоја снабдена со по две пумпи – работна и резервна, тип “2VPH-3” со снага на електромоторот, $N = 360 \text{ kW}$
- постојните два челични цевководи $\Phi 300 \text{ mm}$ по еден за секоја пловна пумпна станица (понтони 1 и 2), со должина од 1,4 m;
- постојните два флексибилни гумено – армирани цевководи $\Phi 400 \text{ mm}$, по еден за секоја пловна пумпна станица (понтони 1 и 2), со должина од 24 – 42 m, кои ќе служат за врска помеѓу понтонот во таложното езеро и брегот;
- постојните два челични цевководи $\Phi 508/7 \text{ mm}$, по еден за секоја пловна пумпна станица (понтони 1 и 2), со должина 70,55 m. Заедно со постојните два флексибилни гумено – армирани цевководи ќе служат за повремено продолжување или скратување, кога ќе се врши издигање по висина за I и II локација на постојните понтони (1 и 2);
- нова “шахта”, кота 650,52 m, стационожа 0+110 km, која ќе служи за спојување на постојните два потисни флексибилни челични цевководи $\Phi 508/7 \text{ mm}$, со новиот стационарен-магистрален потисен челичен цевковод $\Phi 508/7 \text{ mm}$;
- новиот магистрален потисен челичен цевковод $\Phi 508/7 \text{ mm}$ и должина 1103 m се предвидува од новата шахта, кота 650,52 m, стационожа 0+110 km, до спојот со постојниот магистрален челичен цевковод,

Φ 508/7 mm. Спојот се наоѓа на кота 634,37 m, стационажа 1+756,9 km, пресметано од резервоарите за вода.

3.1.0. Елементи за пресметка – проектирање

q_1 – проток на повратна-рециркулациона технолошка вода, I секција по една пумпа [m^3/s]	0,200
q_2 – проток на повратна-рециркулациона технолошка вода, I и II секција по една пумпа [m^3/s]	0,275
L_1 – должина на цевководот, Φ 300 mm (од пумпите) [m]	1,4
D_1 – дијаметар на цевководот, L_1 [mm]	300
L_2 – должина на цевководот, Φ 508/7 mm [m]	1.610,39
D_2 – дијаметар на цевководот, L_2 [mm]	494
L_3 – должина на цевководот, Φ 660,4mm [m]	1378,51
D_3 – дијаметар на цевководот, L_3 [mm]	646,4
H_p – максимална почетна кота на пумпање од таложното езеро на хидројаловиштето: - I етапа, кота [m]	620
- II етапа, кота [m]	635
- III етапа, кота [m]	648
H_g – максимална геодетска висина на пумпање до резервоарот за технолошка вода: - I етапа, кота [m]	66
- II етапа, кота [m]	51
- III етапа, кота [m]	38
H_g' – максимална геодетска висина на пумпање до погонот флотација: - I етапа, кота [m]	59,2
- II етапа, кота [m]	44,2
- III етапа, кота [m]	32,2

3.2.0. Верификација на постојните пумпи

Зафаќањето и пумпањето на повратната-рециркулациона технолошка вода од таложното езеро, за усвоените елементи за реконструкција, при дислокацијата на постојните пловни пумпи-понтони (1 и 2), кота 620 – 648 m, ќе се врши со постојните пумпи, тип “2VPH-3”, со снага на електромоторите $N=360$ kW.

На секоја од постојните пловни пумпни станици – понтони (1 и 2), постојат по две идентични пумпи со иста снага на електромоторите $N=360$ kW, и тоа една работна и една резервна.

Протокот на повратната-рециркулациона технолошка вода, која се зафаќа и пумпа со секоја пумпа изнесува, како што е понапред усвоено, $q_1 = 0,200$ m³/s. Ова ќе се врши низ следните усвоени потребни потисни цевководи и тоа:

- од постојните пумпи, тип “2VPH-3”, снага на електромотор, $N=360$ kW, со постојниот цевковод, Φ 300 mm, со должина, $L_1 = 1,4$ m;
- од цевководот Φ 300 mm, $L_1 = 1,4$ m, во постојните флексибилни гумено – армирани цевководи, Φ 400 mm, со променлива должина од 24 – 36 m, и флексибилниот потисен челичен цевковод, Φ 508/7 mm, должина 70,55 m, до новата шахта, кота 650,52 m;
- од новата шахта кота 650,52 m, со новиот стационарен потисен челичен цевковод, Φ 508/7 mm, до спојот со постојниот магистрален потисен цевковод, Φ 508/7 mm, со вкупна должина $L_2 = 1103$ m; и
- од спојот со постојниот магистрален потисен челичен цевковод до главните резервоари за технолошка вода, кота 686 m, со должина $L_3 = 1756,9$ m од кои: 378,39 m се со дијаметар Φ 508/7 mm, додека преостанатите 1378,51 m се со дијаметар од Φ 660,4 m.

3.2.1. Пресметка на брзината на протокот, v

Пресметката на брзината на протокот во постојниот и новиот потисен цевковод ја вршине врз основа на горенаведените хидраулички параметри:

- за цевковод Φ 300 mm,

$$V_1 = \frac{q_1}{\frac{D_1^2 \times \pi}{4}} = \frac{0,200}{\frac{0,300^2 \times 3,14}{4}} = 2,83 \text{ [m/s]}$$

- за цевковод Φ 400 mm,

$$V_2 = \frac{q_1}{\frac{D_2^2 \times \pi}{4}} = \frac{0,200}{\frac{0,400^2 \times 3,14}{4}} = 1,59 \text{ [m/s]}$$

- за цевковод Φ 508/7 mm, до нова шахта,

$$V_{3a} = \frac{q_1}{\frac{D_{3a}^2 \times \pi}{4}} = \frac{0,200}{\frac{0,494^2 \times 3,14}{4}} = 1,04 \text{ [m/s]}$$

- за цевковод Φ 508/7 mm, до спој со цевковод Φ 660,4/7 mm

$$V_{3b} = \frac{q_2}{\frac{D_{3b}^2 \times \pi}{4}} = \frac{0,275}{\frac{0,494^2 \times 3,14}{4}} = 1,43 \text{ [m/s]}$$

- за цевковод ϕ 660,4/7 mm,

$$V_4 = \frac{q_2}{\frac{D_4^2 \times \pi}{4}} = \frac{0,275}{\frac{0,646^2 \times 3,14}{4}} = 0.84 \text{ [m/s]}$$

Добиените брзини во постојниот и новиот потисен цевковод ги усвојуваме за понатамошна пресметка – проектирање.

3.2.2. Пресметка на манометарската висина на пумпање од пумпите, H_m

Елементи за пресметка на потребната манометарска висина на пумпање се: новата геодетска висина, хидрауличните отпори во постојните и новиот потисен цевковод заедно со новите фазонски елементи (постојни и нови колена, затворачи, повратни клапни, редуцири и сл.) и усвоениот проток за пумпање.

Манометарската висина на пумпање ја пресметуваме по еднаквоста:

$$H_m = H_g + H_o + H_p \quad [\text{m}]$$

каде што се:

H_g – максимална геодетска висина на пумпање 66,00 m

H_o – хидраулички отпори во цевководите

$$h_1 + h_2 + h_{3a} + h_{3b} + h_4 = 1,68 + 0,49 + 0,36 + 7,86 + 1,72 \quad 12,11 \text{ m}$$

H_p – потребен притисок на крајот од магистралниот цевковод 1,50 m

Локалните хидраулички отпори во фазонските елементи ги прикажуваме како еквивалентни должини на прав цевковод со одреден свој дијаметар и тоа:

L_1 – за цевководот Φ 300 mm

- повратна клапна	$100 \times 0,3 = 30,0$ m
- вентил	$15 \times 0,3 = 4,5$ m
- колено, $\alpha = 45^0$	$15 \times 0,3 = 4,5$ m
- рачвање под наклон, $\alpha = 45^0$	$15 \times 0,3 = 4,5$ m
Вкупно (L_e) :	<hr/> 43,5 m
- должина на права цевка, L_1	1,4 m
Се вкупно:	<hr/> 44,9 m

- линиски загуби (по равенството) :

$$J_1 = 1,583 \frac{q_1^2}{D_1^{5,3}} = 1,583 \frac{0,2^2}{0,3^{5,3}} = 37,39 \text{ m/km}$$

- хидраулички отпор во цевководот, Φ 300 mm,

$$h_1 = (L_e + L_1) \times J_1 = (0,0435 + 0,0014) \times 37,39 = 1,68 \text{ m}$$

L_2 – за цевководот Φ 400 mm

- 2 дифузори	$60 \times 0,4 = 24,0$ m
Вкупно (L_e) :	<hr/> 24,0 m
- должина на права цевка, L_2	36,0 m
Се вкупно:	<hr/> 60,0 m

- линиски загуби (по равенството) :

$$J_2 = 1,583 \frac{q_1^2}{D_2^{5,3}} = 1,583 \frac{0,2^2}{0,4^{5,3}} = 8,14 \text{ m/km}$$

- хидраулички отпор во цевководот, Φ 400 mm,

$$h_2 = (L_e + L_2) \times J_2 = (0,024 + 0,036) \times 8,14 = 0,49 \text{ m}$$

L_{3a} – за цевководот Φ 508/7 mm, до нова шахта

- колено, $\alpha = 45^0$	$30 \times 0,5 = 15,0$ m
- рачвање под наклон, $\alpha = 45^0$	$30 \times 0,5 = 15,0$ m
Вкупно (L_e) :	<hr/> 30,0 m
- должина на права цевка, L_{3a}	70,55 m
Се вкупно:	<hr/> 135,0 m

- линиски загуби (по равенството) :

$$J_{3a} = 1,583 \frac{q_1^2}{D_3^{5,3}} = 1,583 \frac{0,2^2}{0,494^{5,3}} = 2,66 \text{ m/km}$$

- хидраулички отпор во цевководот, Φ 508/7 mm,

$$h_{3a} = (L_e + L_{3a}) \times J_{3a} = (0,030 + 0,7055) \times 2,66 = 0,36 \text{ m}$$

L_{3b} – за цевководот Φ 508/7 mm, до спој со цевковод Φ 660,4 mm

- повратна клапна	$100 \times 0,5 = 50,0$ m
- вентил	$15 \times 0,5 = 7,5$ m
Вкупно (L_e) :	<hr/> 57,5 m
- должина на права цевка, L_{3a}	1505,4 m
Се вкупно:	<hr/> 1562,9 m

- линиски загуби (по равенството) :

$$J_{3b} = 1,583 \frac{q_2^2}{D_3^{5,3}} = 1,583 \frac{0,275^2}{0,494^{5,3}} = 5,03 \text{ m/km}$$

- хидраулички отпор во цевководот, Φ 508/7 mm,

$$h_{36} = (L_e + L_{36}) \times J_{36} = (0,0575 + 1,505) \times 5,03 = 7,86 \text{ m}$$

L_4 – за цевководот Φ 660,4 mm

- колено, $\alpha = 45^0$	15 × 0,66 = 9,9 m
- рачвање под наклон, $\alpha = 45^0$	15 × 0,66 = 9,9 m
Вкупно (L_e) :	<hr/> 19,8 m
- должина на права цевка, L_3	1378,5 m
Се вкупно:	<hr/> 1398,3 m

- линиски загуби (по равенството) :

$$J_4 = 1,583 \frac{q_2^2}{D_4^{5,3}} = 1,583 \frac{0,275^2}{0,646^{5,3}} = 1,21 \quad \text{m/km}$$

- хидраулички отпор во цевководот, Φ 660,4 mm,

$$h_4 = (L_e + L_4) \times J_4 = (0,0198 + 1,3983) \times 1,21 = 1,72 \text{ m}$$

Врз основа на усвоените елементи ја пресметуваме максималната и минималната манометарска висина на пумпање од површината на таложното езеро до резервоарите, кота 686 m, пооделно за кота 620, 635 и 648 m, при максимално надвишување I, II и III етапа (кота 638, 646 и 654 m) на хидројаловиштето, како што следува:

- I етапа кота 620 m

а) до резервоарот за технолошка вода, кота 686 m

$$H_m = 66,0 + 12,11 + 1,5 = 79,61 \text{ m}$$

б) до погонот флотација, кота 679,2 m

$$H_m = 59,2 + 12,11 + 1,5 = 72,81 \text{ m}$$

Усвојуваме – 80,0 m

- II етапа кота 635 m

а) до резервоарот за технолошка вода, кота 686 m

$$H_m = 51 + 12,11 + 1,5 = 64,61 \text{ m}$$

б) до погонот флотација, кота 679,2 m

$$H_m = 44,2 + 12,11 + 1,5 = 57,81 \text{ m}$$

Усвојуваме – 65,0 m

- III етапа кота 648 m

а) до резервоарот за технолошка вода, кота 686 m

$$H_m = 38,0 + 12,11 + 1,5 = 51,61 \text{ m}$$

б) до погонот флотација, кота 679,2 m

$$H_m = 31,20 + 12,11 + 1,5 = 44,81 \text{ m}$$

Усвојуваме – 52,0 m

Усвоените вкупни манометарски висини на пумпање при зафаќањето и пумпањето на водата од површината на таложното езеро од новата - I и II локација на пловните пумпи – понтони (бр. 1 и 2), при максимално надвишување на хидројаловиштето:

I – етапа, кота 620 m, $H_{m-1} = 80,0 \text{ m}$

II – етапа, кота 635 m, $H_{m-2} = 65,0 \text{ m}$

III – етапа, кота 648 m, $H_{m-3} = 52,0$ m

се помали од претходната – досегашна вкупна манометарска висина, $H_M = 88,0$ m

Ова покажува дека нема потреба да се врши пооделна пресметка за динамичките и статичките услови на пловните пумпни станици – понтони (бр. 1 и 2)

3.2.3. Пресметка на снагата на електромоторот на пумпата

Пресметката на снагата на електромоторот на пумпата за новите услови при максимално надвишување на јаловиштето, за секоја етапа I, II и III (кота 638, 646 и 654 m), ја вршиме по формулата:

$$N = \frac{q_1 \times H_m}{\eta \times 102} \text{ kW}$$

каде е η – коефициент на корисно дејство на пумпата [%]

Според тоа за:

- I етапа кота 620 m

$$N_1 = \frac{q_1 \times H_{m-1}}{\eta \times 102} \text{ kW}$$

каде се:

q_1 – минимален капацитет на проток	200 l/s
H_{m-1} – манометарска висина на пумпање	81,0 m
η_1 – коефициент на корисно дејство на пумпата	74,0 %

$$N_1 = \frac{200 \times 80}{0,74 \times 102} = 211,98 \text{ kW}$$

- II етапа кота 635 m

$$N_2 = \frac{q_1 \times H_{m-2}}{\eta \times 102} \text{ kW}$$

каде се:

H_{m-2} – манометарска висина на пумпање	65,0 m
η_2 – коефициент на корисно дејство на пумпата	74,0 %

$$N_2 = \frac{200 \times 65,0}{0,74 \times 102} = 172,23 \quad \text{kW}$$

- III етапа кота 648 m

$$N_3 = \frac{q_1 \times H_{m-3}}{\eta \times 102} \quad \text{kW}$$

каде се:

H_{m-3} – манометарска висина на пумпање	52,0 m
η_3 – коефициент на корисно дејство на пумпата	74,0 %

$$N_3 = \frac{200 \times 52}{0,74 \times 102} = 137,78 \quad \text{kW}$$

Од горенаведените пресметки јасно произлегува заклучокот дека постојните електромотори на пумпите со снага од $N = 360 \text{ kW}$, задоволуваат и имаат голема резерва (при проток $q_1 = 0,200 \text{ m}^3/\text{s}$). Тоа значи дека истите ќе задоволуваат и во случај на појава на инкрустација во цевководите.

3.3.0. Верификација на постојните и нови цевководи

Зафаќањето и транспортот на повратната – рециркулациона технолошка вода од таложното езеро – I и II локација на пловните пумпни станици-понтони, ката 620/635 и 635/648 m до резервоарот, ката 686 m, односно до погонот флотација, ката 679,2 m, ќе се врши со:

- постојните два флексибилни гумено-армирани цевководи, Φ 400mm, по еден за секоја пловна пумпна станица (понтони 1 и 2) со должина од 24 – 42 m, до брегот, ката 620 – 648 m;
- нови два челични цевководи, Φ 508/7 mm, по еден за секоја пловна пумпна станица (понтони 1 и 2), со должина 70,55 m по брегот до новата шахта, ката 650,52 m, стационача 0+070,55 m (пресметано од таложното езеро);
- нов стационарен потисен челичен цевковод, Φ 508/7 mm, со должина 1103.00 m, до спојот со постојниот стационарен челичен цевковод, ката 636,71m;
- постојниот стационарен челичен цевковод кој има вкупна должина од 1756,9 m од кои 378,39 m се со дијаметар Φ 508/7 mm, а 1378,51 m се со дијаметар Φ 660,4 mm, стационача 1+756,9 m (пресметано од резервоарите за вода).

4.0. ВЕРИФИКАЦИЈА НА ПОСТОЈНИТЕ И НОВИТЕ ОБЈЕКТИ

Верификацијата на постојните и новите објекти за зафаќање и транспорт на повратната – рециркулациона технолошка вода од таложното езеро (од понтоните 1 и 2), се предвидува да се врши со следниве постојни и нови објекти:

4.1.0. Постојни пловни пумпни станици (понтони 1 и 2)

Постојните пловни пумпни станици (понтони 1 и 2), секоја со своите две вертикални пумпи, тип “2VPH-3” кои со предложената реконструкција, поради надвишувањето на хидројаловиштето, се дислоцираат – I и II локација, кота 620/635 и 635/648 m и понатаму без никакви измени ќе ја вршат истата функција.

Ваквата определба произлегува од фактот што хидрауличкиот удар за новите предложени услови на работа не се пренесува на пумпните понтони туку се прифаќа со клапните во шахтата.

4.2.0. Нова шахта кота 650,52 m

Новата шахта, кота 650,52 m, се изработува како бетонска и се лоцира во близина на пловните пумпи-понтони 1 и 2, т.е. во близина на нивната предвидена дислокација. Оваа висина е избрана имајќи го во предвид максималното надвишување I, II и III етапа (кота 638, 646 и 654 m) на хидројаловиштето.

Новата шахта, кота 650,52 m, служи за спојување на двата потисни флексибилни челични цевководи Φ 508/7 mm, од пловните пумпи – понтони 1 и 2 во еден магистрален стационарен челичен цевковод Φ 508/7 mm, со вкупна должина од 1103 m изведен покрај новиот пристапен пат, сè до спојот со постојниот челичен цевковод (Φ 508/7 mm – 378,39 m и Φ 660,4 mm – 1378,51 m), кота 634,37 m, стационача 1+756,9 m пресметано од резервоарите за вода.

Предложеното техничко решение за спојот на двата паралелни челични цевководи, Φ 508/7 mm со новата шахта на кота 650,52 m, графички е прикажано во прилог.

Предвидено е во новата шахта, кота 650,52 m да се монтира нова или постоечка (доколку е функционална) опрема:

- засуни (вентили) за затворање, тип “NO 400 Np 16”;
- повратни клапни, тип “NO 400 Np 16”;
- уред за ублажување на хидрауличниот удар, тип “ NO 125 “ ;

- пратечка арматура со манометар за контрола на притисокот (max. 16 bara) и
- монтажнo - демонтажна гарнитура.

Новата шахта на кота 650,52 m стационажа 0+110 m, како и досега постојните, користени за оваа намена, е потребна за сместување на опремата, која што е круто поврзана меѓу себе а истовремено и со цевководот. Евентуалниот хидрауличен удар го примаат неповратните клапни, а и самиот цевковод

4.2.1. Елементи за градежно димензионирање-проектирање на новата шахта, кота 650,52 m

Новата шахта, кота 650,52 m, се димензионира-проектира врз основа на следните елементи:

- ширина, $b = 3.500 \text{ mm}$;
- должина, $l = 5.100 \text{ mm}$;
- висина, $h = 3.000 \text{ mm}$;

Новата шахта, кота 650,52 m, стационажа 0+110 m, ќе биде поставена по должината на новиот потисен цевковод, $\Phi 508/7 \text{ mm}$, како што е прикажано на цртежите дадени во прилог.

Во новата шахта, како што е веќе опишано, се сместуваат затворачите и повратните клапни, заедно со ударогасителот. Исто така, таа служи и како анкерен блок за прифаќање на хидрауличкиот удар кој евентуално би се појавил на повратните клапни, како и ударите од пумпите на магистралниот цевковод, $\Phi 508/7 \text{ mm}$ (излезен дел). Во насока на струењето на водата, пред неповратните клапни се вградени три едноглави всисно-потисни воздушни вентили.

Армирањето е предвидено да се изведе конструктивно, заради подобар пренос на силите, односно хомогенизација на шахтата.

Под затворачите потребно е да се предвидат соодветни бетонски потпирачи.

4.2.2. Статичка пресметка на новата шахта, кога 650,52 m

4.2.2.1 Хидрауличен удар во потисниот цевковод $\phi 508$

Во случај на транзиенти (брзо затворање или отворање) на протокот во цевководот, $t \leq \frac{2L}{c}$, каде t е времетраењето на затворањето (отворањето), L е должина на цевководот и c е брзина на протирање на притисен бран во вода, во цевководот се јавува т.н. хидрауличен удар (water hammer). Оваа појава се манифестира со генерирање на притисен бран и со наизменично зголемување и намалување на притисокот по должина на цевководот.

Овој дополнителен динамички притисок во цевководот се пресметува по законот на Jaukowski:

$$p = \rho \cdot c \cdot \Delta v \quad (1)$$

каде што променливите го имаат следново значење:

p (Pa) - дополнителен притисок во цевководот од хидраулички удар,

ρ (kg/m^3) - густина на течноста во цевководот,

c (m/s) - брзина на протирање на притисен бран во вода,

$\Delta v = |v_0 - v_1|$ - промена на брзината во цевководот така да во случај на нагло затворање $v_1 = 0$.

За апсолутно крут цевковод, брзината на притисниот бран во течноста, c_0 се пресметува по формулата:

$$c_0 = \sqrt{\frac{E_1}{\rho}} \quad (2)$$

каде што E_1 (Pa) е модул на стисливост (еластичност) на течноста, а ρ (kg/m^3) е густина на течноста.

За реален, флексибилен, цевковод, брзината на притисниот бран, c , е помала и се пресметува по формулата:

$$c = c_0 \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{D}{t} \cdot \frac{E_1}{E_2}}} \quad (3)$$

каде што е:

c_0 - брзина на притисниот бран во крут цевковод

D - дијаметар на цевката,

t - дебелина на ѕидот од цевката,

E_1 - модул на стисливост на течноста,

E_2 - модул на еластичност на материјалот од кој е направена цевката.

За вода на температура $t = 15^{\circ}\text{C}$, $E_1 = 2.15 \cdot 10^9 \text{ Pa}$, $\rho = 998 \text{ kg/m}^3$ и за челик (mild steel), $E_2 = 2.1 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$, за крут цевковод од (2) се добива:

$$c_0 = 1468 \text{ m/s}$$

За проток во реален (флексибилен) цевковод од челични цевки, брзината на потисниот бран од (3) е:

$$c = 1468 \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{508}{7} \cdot \frac{2.15 \cdot 10^9}{2.1 \cdot 10^{11}}}} = 1111.93 \text{ m/s}$$

Дополнителниот притисок од хидраулички удар во цевководот $\phi 508$ при нагло затворање според (1) за брзина во цевководот $v_0 = 1.56 \text{ m/s}$ и $v_1 = 0$ е:

$$p = \rho \cdot c \cdot \Delta v = 998 \cdot 1111.93 \cdot 1.56 = 1731141 \text{ Pa} = 1731.14 \text{ kPa} .$$

Вкупната сила што се пренесува на повратниот орган (клапна), H , се состои од сила од хидродинамичкиот удар, H_{wh} , и хидростатичка сила од тежината на водниот столб над шахтата, H_{hs} .

$$H_{wh} = p \cdot A = p \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 1731.14 \cdot \frac{\pi \cdot 0.507^2}{4} = 349.5 \text{KN}$$

$$H_{hs} = \gamma \cdot h_{geod} \cdot A = 10 \cdot (686 - 650) \cdot \frac{\pi \cdot 0.507^2}{4} = 72.68 \text{KN}$$

$$H = H_{wh} + H_{hs} = 349.5 + 72.68 = 422.18 \text{KN}$$

4.3.0. Нов пристапен пат паралелно со цевководот Φ 508/7 mm и плато на почетокот, кота 650,52 m

Новиот пристапен пат паралелно со цевководот Φ 508/7 mm, со плато на почетокот, кота 650,52 m, е потребно да се направи заради одржување на постоечките пумпни станици (понтони 1 и 2) кои се дислоцираат при надвишувањето (I до III етапа), на прва локација, кота 620 – 635 и втора локација, кота 635 – 648 m.

Новиот пристапен пат се предвидува да се направи со ширина од $b = 5$ m и должина од $l = 1.300$ m, непосредно до, и по целата должина на новиот потисен магистрален цевковод, Φ 508/7 mm, почнувајќи од новата шахта, кота 650,52 m, со минимален пад кој ќе го обезбедува природниот терен.

Кај новата шахта, кота 650,52 m, се предвидува да се изгради плато, за да се овозможи пристап до истата како и до новата трафостаница, која треба да биде лоцирана во непосредна близина. Исто така, ова плато е потребно за да се овозможи пристап на тешки возила при изведување на активности за одржување на опремата (товарање и истоварање).

Новиот потисен челичен цевковод, Φ 508/7 mm, почнувајќи од новата шахта, кота 650,52 m, добро е да се вкопа од страната на ископот на патот со длабочина од минимум 0,5 – 0,8 m.

Основните карактеристики со потребните графички детали на новиот пат со новата шахта, кота 650,52 m и флексибилниот челичен цевковод, Φ 508/7 mm, до новите предвидени локации на пловните пумпни станици (понтони 1 и 2), - I

локација, кота 620 – 635 и II локација, кота 635 – 648 m, дадени се со графички прилози.

4.4.0. Компензатори за превземање на ефектите од температурни промени

Секој материјал, па и челикот од кој е изграден цевководот има својство на дилатирање (ширење и собирање) под дејство на температурни промени. При загревање (позитивна температурна промена) доаѓа до ширење, а при ладење (негативна температурна промена) доаѓа до собирање. За едодимензионални конструктивни елементи (должина многу поголема од другите две димензии) како што е случај со цевководот, од интерес е промената на должината која се пресметува по:

$$\Delta l = \alpha_t \cdot \Delta t \cdot l \quad (a)$$

каде:

α_t е коефициент на термичко ширење

Δt е промена на температурата

l е должина на цевководот.

Коефициентот на термичко ширење за челик е $\alpha_t = 1.11 \cdot 10^{-5} / ^\circ \text{C}$

Претпоставувајќи дека температурната варијација од онаа во моментот на вградување е $\Delta t = \pm 40^\circ \text{C}$ за вкупно издолжување на цевководот $l = 1103 \text{ m}$, со замена во равенка (a) добиваме:

$\Delta l = 1.13 \text{ m}$ **0,5 m**. За анулирање на ефектите од термичка дилатација, по должина на цевководот треба да се постават 3 фуги од кои секоја поединечно прима 0.4 м (40 см) дилатација или 4 **2** фуги од кои секоја поединечно прима дилатација од 30 см.

5.0. ЕЛЕМЕНТИ ЗА ТЕХНО – ЕКОНОМСКА АНАЛИЗА

Елементите за техно-економската анализа се даваат како подлога за понатамошна изработка на дополнителниот технички проект за реконструкција на системот за повратна – рециркулациона технолошка вода.

5.1.0. Преглед на исталираните електромотори и уреди

Прегледот на исталираните електро мотори и уреди, заедно со пресметаната потрошувачка на електрична енергија, дадени се во табела 7.

Табела 7

Име на електричните потрошувачи	К а р а к т е р и с т и к и			
	Ед. мера снага [парче]	Инстал. ефект [kWh]	Коеф. на работа [η]	Време и потрошена ел. енергија [h] [kW/den]
1.- Вертикални пумпи, тип “2VPH-3”, N=360 kW	4	848	0,65	12 6614
2.- Осветлување и друго	-	30	0,80	10 240
Вкупно :		878		6854

Усвојуваме: - Инсталирана снага на електро потрошувачите, N= 878kWh

- Потрошувачка на електрична енергија, N= 6854 kWh/den

5.2.0. Предмер со пресметка на реконструкцијата (машинските, градежни и електро работи)

5.2.1. Машински работи

- спецификација со цени на стандардната машинска опрема

- 1.- Набавка, транспорт со монтажа на челични спирални заварени цевки, Φ 508/7 mm, заедно со прирабници тип “NO 500 Nr 16”, од сегменти по 6 m, 210 парчиња.
- цена : 210 парчиња \times 37.200 ден./парч.....7.812.000 ден.
- 2.- Изработка, транспорт и монтажа на челични цевни ракави, Φ 508 mm, $\alpha=12^{\circ}$, 12 парчиња

- цена: 12 x 12.400 ден./парч.....148.800 ден.
- 3.- Изработка и монтажа на цврста точка-ослонување за цевководи,
 Φ 508 mm, во новата шахта, кота 650,52 m. од челични профили I 24,
со вкупна тежина: 486 kg
- цена: 486 kg x 100 ден./кг.....48.600 ден.
- 4.- Изработка и монтажа на цевни редуцир од челични цевки “NO 500/400
Nr 16”, 2 парчиња
- цена: 2 парчиња x 21.000 ден./парч.....42.000 ден.
- 5.- Набавка, транспорт и монтажа на засун-вентил од челичен лив “NO
400 Nr 16”, 2 парчиња
- цена: 2 парчиња x 162.500 ден./парч.....325.000 ден.
- 6.- Набавка, транспорт и монтажа на повратна клапна од челичен лив “NO
400 Nr 16”, 2 парчиња
-цена: 2 парчиња x 350.400 ден./парч.....700.800 ден.
- 7.- Изработка и монтажа на цевен редуцир од челични цевки Φ 494/219,1
mm, со должина, l = 900 mm, без прирабница, 1 парче
- цена: 1 парче x 12,000 ден./парч.....12.000 ден.
- 8.- Изработка и монтажа на цевни лак од $\alpha=45^0$, Φ 400 mm со заварен прав
продолжеток на челична цевка Φ 400 mm, со должина l = 500 mm, 2
парчиња
- цена: 2 парчиња x 14.000 ден./парч.....28,000 ден.
- 9.- Набавка и монтажа на челичен цевни лак, $\alpha=90^0$, Φ 219,1 mm R=2D, 1
парче
- цена: 1 парче x 6.500 ден./парч.....6,500 ден.
- 10.- Изработка и монтажа на цевни редуцир од челични цевки Φ 219,1/133
mm, со прирабница од едната страна “NO 125 Nr 16”, 1 парче
- цена: 1 парче x 1.480 ден./парч.....1,480 ден,
- 11.- Набавка и монтажа на засун-вентил од челичен лив “NO 125 Nr 16”, 2
парчиња.
- цена: 2 парчиња x 22.000 ден./парч.....44.000 ден.
- 12.- Набавка, транспорт и монтажа на уред за ублажување на

	хидрауличкиот удар, тип “125/22 - 6,4/7,8”, 1 парче	
	- цена: 1 парче x 93.000 ден./парч.....	93.000 ден.
13.-	Набавка и монтажа на прирабница за цевковод, Φ 508 mm “NO 500 Nr 16”, 2 парчиња.	
	- цена: 2 парчиња x 4.600 ден./парч.....	9.200 ден.
14.-	Набавка и монтажа на воздушен вентил DVV со DN 100 за цевковод, Φ 508 mm “NO 500 Nr 16”, 6 парчиња.	
	- цена: 6 парчиња x 15.000 ден./парч.....	90.000 ден.
	Се Вкупно:	9.500.980 ден.

5.2.2. Градежни работи

- предмер со пресметка на градежните работи

A. – Пристапен нов пат со потисен магистрален челичен цевковод, Φ 508 mm, ново плато, кота 650,52 m, со шахта.

Земјени работи:

- машински ископ на земја, трета категорија, со поставување на цевковод, ширина на патот, $b = 5,0$ m.

дадено и пресметано збирно – спрема графички прилози:

од стациоњажа 0 + 000,0 m – 2 + 561,24 m (лист 1 и 2),

Се вкупно: 9,942 m³

9,942 x 300 ден/m³2.982.500 ден.

- насипување на земја под и над цевководот (заштита):

дадено и пресметано збирно – спрема графички прилози:

од стациоњажа 0 + 000,0 m – 2 + 561,24 m (лист 1 и 2),

Се вкупно: 335,15 m³

335,15 m³ x 200ден/m³67.030 ден.

Се Вкупно (A):. 3.049.530 ден.

Б. – Шахта, кота 650,52 m

1. Земјени работи:

- машински ископ на земја 3-та категорија со рачен

ископ за шахта и цевководот

$$4,5 \times 6,0 \times 4,0 \times 1,2 = 129,6 \text{ m}^3$$

$$1,0 \times 4,5 \times 2,5 = 11,2 \text{ m}^3$$

Вкупно: 140,8 m³

$$140,8 \text{ m}^3 \times 300 \text{ ден./m}^3$$

42,240 ден.

2. Бетонски работи:

- подлога: 10 cm; МБ-10;

$$4,0 \times 4,5 \times 0,1 = 1,80 \text{ m}^3$$

$$2,4 \times 4,5 \times 0,1 = 1,16 \text{ m}^3$$

Вкупно: 2,96 m³

$$2,96 \text{ m}^3 \times 6.000 \text{ ден./m}^3$$

17.760 ден.

- подна плоча: 25 (60) cm; МБ – 20;

$$1,2 \times 3,9 \times 0,6 = 2,81 \text{ m}^3$$

$$3,1 \times 3,9 \times 0,25 = 3,02 \text{ m}^3$$

$$2,2 \times 4,7 \times 0,6 = 6,20 \text{ m}^3$$

Вкупно: 12,03 m³

$$12,03 \text{ m}^3 \times 12.000 \text{ ден./m}^3$$

144,360 ден.

- зидови: МБ-20; (со оплата)

а) d₁=20 cm;

$$2 \times 3,7 \times 3,2 \times 0,2 = 4,74 \text{ m}^3$$

$$4,74 \text{ m}^3 \times 14.000 \text{ ден./m}^3$$

66,360 ден.

б) d₂=60 cm;

$$0,6 \times 3,9 \times 3,2 = 7,49 \text{ m}^3$$

$$2 \times 0,6 \times 1,4 \times 3,2 = 5,38 \text{ m}^3$$

Вкупно: 12,87 m³

$12,87 \text{ m}^3 \times 14.000 \text{ ден./m}^3$	180.180 ден.
в) $d_3=80 \text{ cm}$;	
$0,8 \times 4,7 \times 3,2 = 12,03 \text{ m}^3$	
$12,03 \text{ m}^3 \times 14.000 \text{ ден./m}^3$	168.420 ден.
- покривна плоча со греда: $d = 15 \text{ cm}$; МБ – 20;	
$3,5 \times 5,1 \times 0,15 = 2,68 \text{ m}^3$	
$0,3 \times 0,4 \times 3,5 = 0,42 \text{ m}^3$	
Вкупно: $3,10 \text{ m}^3$	
$3,10 \text{ m}^3 \times 14.000 \text{ ден./m}^3$	43.400 ден.
- ослонување под затворачите: МБ – 20;	
$0,3 \times 0,4 \times 0,5 \times 8,0 = 0,48 \text{ m}^3$	
$0,48 \text{ m}^3 \times 15.000 \text{ ден./m}^3$	7.200 ден.
Вкупно бетонски работи:	627,680 ден.
3. Армирачки работи:	
- набавка, изработка и монтажа на арматура за шахта, кота 650,52 m,	
$\Phi 12 \text{ mm}$; $330,5 \times 46.5 \text{ ден./кг}^3$	15.368 ден.
Вкупно армирачки работи:	15.368 ден.
Се Вкупно (Б):	685.288 ден

В – Анкерни блокови 1, 2 и 3

1. Земјени работи:

- рачен ископ на земја 3-та категорија за анкерни блокови: 1, 2 и 3;

$$2,5 \times 2,5 \times 1,5 \times 3 = 28,12 \text{ m}^3$$

$$28,12 \text{ m}^3 \times 300 \text{ ден./m}^3 \quad 8,436 \text{ ден.}$$

- натрупување на земја околу анкерни блокови 1, 2 и 3

16,0 m ³	
16,0 m ³ × 200 ден./m ³	3.200 ден.
Вкупно:	11.636 ден.

2. Бетонски работи:

- бетонирање на анкерни блокови: 1, 2 и 3

$$3,0 \times 1,8 \times 1,8 \times 1,8 = 17,5 \text{ m}^3$$

$$17,5 \text{ m}^3 \times 14000 \text{ ден./m}^3 \quad 245.000 \text{ ден.}$$

$$\text{Вкупно (2)} \quad 245.000 \text{ ден.}$$

$$\text{Се Вкупно (B)} \quad 256.636 \text{ ден.}$$

Г. – Флексибилен челичен цевковод, Φ 508/7 mm, L = 34,5 m;

Земјени работи:

- рачен ископ на земја 3-та категорија

I – локација (понтони 1 и 2); L = 34,5 m

$$2 \times 34,5 \times 0,5 \times 1,0 = 34,5 \text{ m}^3$$

$$34,5 \text{ m}^3 \times 300 \text{ ден./m}^3 \quad 10.350 \text{ ден.}$$

II – локација (понтони 1 и 2); L = 78,0 m

$$2 \times 78,0 \times 0,5 \times 1,0 = 78,0 \text{ m}^3$$

$$78,0 \text{ m}^3 \times 300 \text{ ден./m}^3 \quad 23.400 \text{ ден.}$$

- натрупување на земја над флексибилен челичен цевковод;

I – локација (понтони 1 и 2); L = 34,5 m

$$2 \times 0,8 \times \frac{34,5 \times 2}{2} = 55,2 \text{ m}^3$$

$$55,2 \text{ m}^3 \times 200 \text{ ден./m}^3 \quad 11.040 \text{ ден.}$$

II – локација (понтони 1 и 2); L = 78,0 m

$$2 \times 0,8 \times \frac{78,0 \times 2}{2} = 124,8 \text{ m}^3$$

$$124,8 \text{ m}^3 \times 200 \text{ ден./m}^3 \quad 24.960 \text{ ден.}$$

$$\text{Се Вкупно (Г):} \quad 69.750 \text{ ден.}$$

- Вкупна градежна рекапитулација:	
А.- Пат со цевковод, Ф 508/7 mm	3.049.530 ден.
Б.- Нова шахта, кота 650,52 m	685.288 ден.
В.- Анкерни блокови (1, 2 и 3)	256.636 ден.
Г.- Флексибилен челичен цевковод, Ф 508/7 mm	69.750 ден.
Се Вкупно:	4.061.204 ден.

5.2.3. Електрични работи

- спецификација со цени за електрични работи	
А.- Дислоцирање на еден далеководен столб, кота 655 m	
- демонтажа и монтажа на столб кој се дислоцира (од зафаќање на надвишеното таложно езеро)	1.500.000 ден.
Вкупно (А)	1.500.000 ден.
Б.- Дислоцирање на трафо станица, кота 650,52 m	
- демонтажа и монтажа на ТС која се дислоцира (заради голема далечина и зафаќање на надвишеното таложно езеро)	1.200.000 ден.
Вкупно (Б)	1.200.000 ден.
В.- Дислоцирање на електрични кабли, кота 623 m	
- демонтажа и монтажа на електрични кабли (од зафаќање на надвишеното таложно езеро)	890.000 ден.
Вкупно (В)	890.000 ден.
- Вкупна електро рекапитулација:	
А - Далекковод	1.500.000 ден.
Б - Трафо станица (ТС)	1.200.000 ден.
В - Електрични кабли	890.000 ден.
Се Вкупно:	3.590.000 ден.

5.3.0. ВКУПНА РЕКАПИТУЛАЦИЈА

1- Машински работи	9.500.980 ден.
2- Градежни работи	4.061.204 ден.
3- Електро работи	3.590.000 ден.
СЕ ВКУПНО:	17.152.184 ден.