

1. TEHNIČKI OPIS

1.1. UVOD

Grad Kostolac se snabdeva vodom sa izvorišta Lovac koje se nalazi u samom gradu. Na izvorištu je izgrađeno 5 cevastih bunara kojim se eksploatiše podzemna voda-izdan, formirana u vodonosnoj šljunkovito-peskovitoj sredini aluviona Velike Morave i Dunava. Na izvorištu se zahvata oko $Q_{sr.god.}=70$ l/s. Zahvaćena podzemna voda nema dopunsko prečišćavanje, već se nakon dezinfekcije gasnim hlorom potiskuje direktno do potrošača. Sa izvorišta vodom se snabdeva grad Kostolac i sela Kostolac, Drmno, Petka, Stari Kostolac i Klenovnik.

Generalnim projektom vodosnabdevanja nisu planirani objekti za prečišćavanje podzemne vode na izvorištu „Lovac“. Praćenjem kvaliteta zahvaćene podzemne vode na izvorištu od strane Zavoda za javno zdravlje Požarevac i stručnih službi JKP „Vodovodi kanalizacija“ Požarevac, utvrđeno je da ona često nije sanitarno ispravna. Konstatovano je da su parametri koji odstupaju od propisanih Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (MDK): mangan, amonijum jon, magnezijum, nitriti, mutnoća, elektroprovodljivost, mineralna ulja, itd.

Izgradnjom postrojenja za preradu vode na lokaciji bunara definisan je novi koncept vodosnabdevanja Kostolca tako da se voda iz bunara sa izvorišta ne potiskuje više direktno u grad već u umirujuću komoru na PPV-u. U pet bunara na izvorištu Lovac predviđena je zamena hidromašinske opreme što znači demontaža postojeće opreme i postavljanje novih utopnih pumpnih agregata i hidromašinske opreme na potisu. Bunari se povezuju na postojeće cevovode tako da se uz minimalnu rekonstrukciju postojećih cevni veza voda dovodi na postrojenje i nakon prečišćavanja potiskuje u grad.

Usvojena varijanta u Svesci 1. Tehnološki projekat, kojom se voda prerađuje do kvaliteta vode za piće i obezbeđuje poštovanje kriterijuma - Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće, obuhvata sledeći tehnološki postupak:

- **Aeracija**
- **Peščani filtri**
- **Oksidacija hlordioksidom**
- **Filteri sa aktivnim ugljem**

Kapacitet postrojenja za preradu vode je 70 l/s a postrojenje se sastoji od:

- **Aerator sa umirujućom komorom zapremine cca 72 m³**
- **Retenziona komora zapremine cca 360 m³**
- **Peščani filteri sa četiri filterska polja i cevnom galerijom**
- **Reakciona komora hlordioksida zapremine cca 100 m³**
- **GAU filteri sa četiri filterska polja i cevnom galerijom**
- **Rezervoar vode za pranje filtera zapremine cca 160 m³**
- **Rezervoar čiste hlorisane vode zapremine cca 1000 m³**
- **Mašinska sala u kojoj je predviđena:**
 - **Pumpno-kompresorska stanica za pranje filtera**
 - **Pumpna stanica za potis vode u grad**
- **Taložnica za otpadnu vodu iz procesa**
- **Pogonska laboratorija, kontrolno komandni centar**

1.2. LOKACIJA I DISPOZICIONO REŠENJE

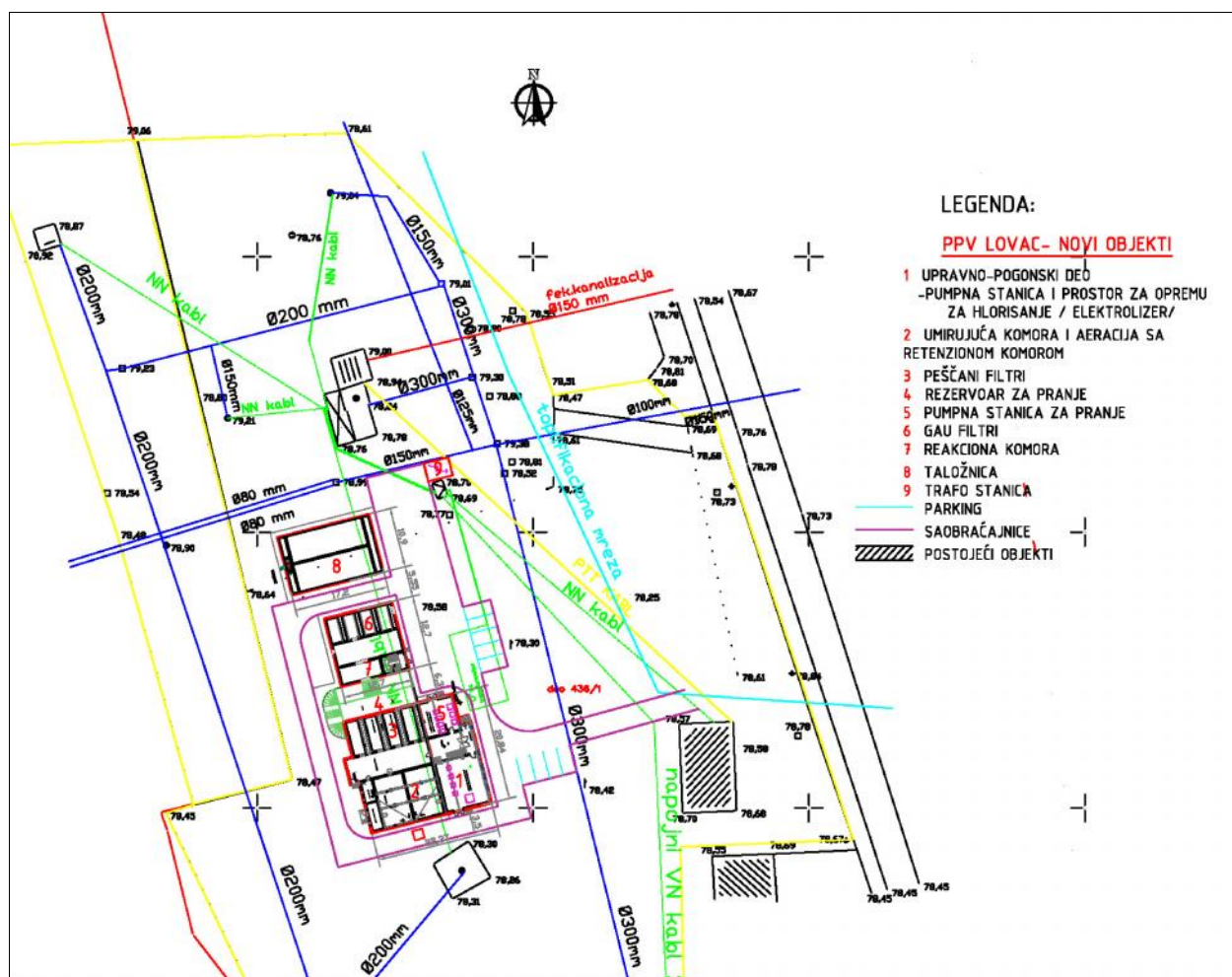
Prostor na kome se grade novi objekti je već rezervisan za ove namene na samoj lokaciji izvorišta. Postrojenje je projektovano kao kompaktna celina a objekti se nižu u pravcu toka vode i čine logičnu celinu sa što kraćim cevnim vezama.

Teren na lokaciji je ravan sa prosečnom kotom 78,50 mm.

Površina pod objektom iznosi :

161,30 m² objekat gau filtera i 506,45 m² upravno-pogonski objekat sa filtrima i aeracijom.

Od ulazne kapije do objekata projektovanim rešenjem izgradiće se ogranak saobraćajnice koji će da obuhvati krug oko novog filterskog postrojenja, ulaza u cevnu galeriju filtera i objekta sa GAU filtrima pored taložnice.



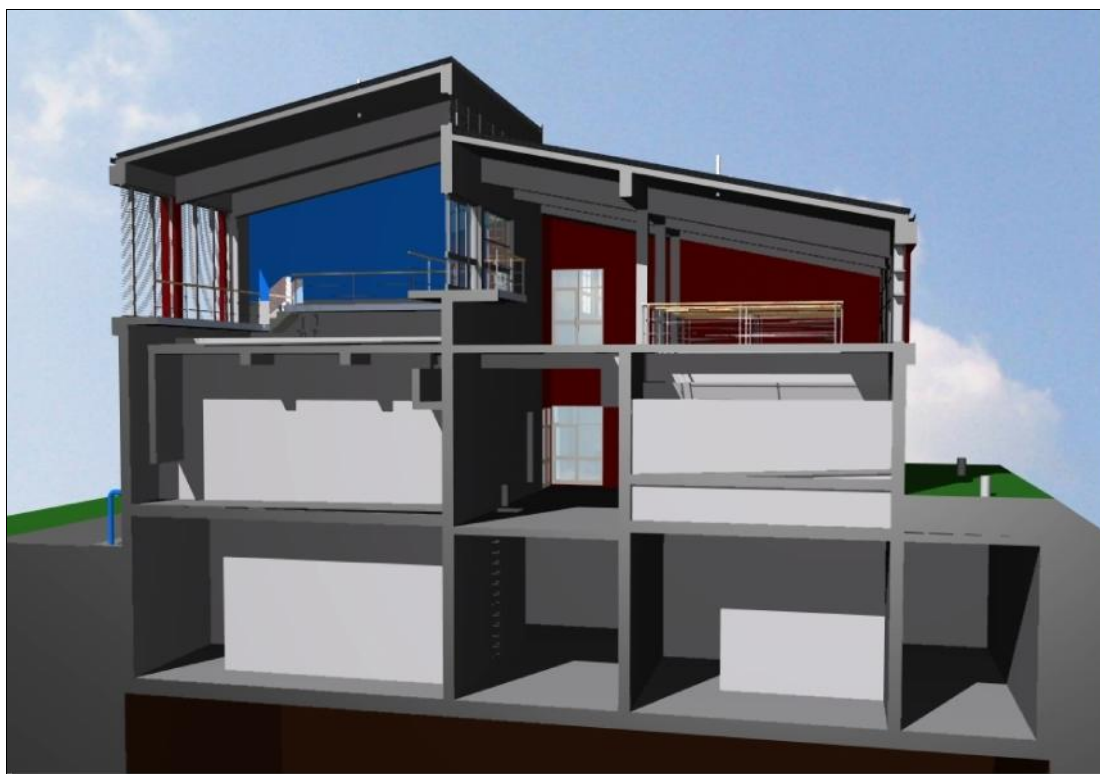
Sl. 1.2.1. Situacija postrojenja sa pristupnom saobraćajnicom

1.3. FUNKCIJA

Prvi objekat na postrojenju je umirujuća komora koja treba da:

- obezbedi umirenje sirove vode sa bunara i formira slobodnu površinu vode kao konstantan uslov za rad bunarskih pumpi,
- eliminiše uticaj rada bunarskih pumpe na rad postrojenja sa uzvodne strane aeratora (udari uključjenja i isključenja pumpi),
- i da obezbedi potreban nadpritisak za rad aeratora sa nizvodne strane tj. konstantnu visinu mlaza vode na aeratoru od 2.5 m da bi se omogućio dovoljan unos kiseonika.

U građevinskom smislu umirujuća komora (ili drugim rečima prihvatna građevina) je armiranobetonska komora dimenzije osnove 9,0 x 2,0 m u kojoj se nalazi voda 4,05 m visine. Ulaz u komoru obezbeđen je iz hale aeracije penjalicama od inoxa do otvora u zajedničkom vertikalnom zidu sa dnom na 40 cm iznad max. kote vode.



Sl. 1.3.1. Rezervoar - iznad levo retenzija i aeracija- cevna galerija u sredini – desno filterska polja sa filterskom galerijom iznad

Drugi po redu objekat je aerator koji zauzima prostor veličine dimenzija 11,0 x 9,60 m u osnovi. Građevinski, hala za aeraciju se nalazi iznad retenzionog bazena istih dimenzija. Visinske kote i položaj aeratora određen je hidraulikom toka vode u postrojenju.

U aeracionoj hali vrši se rasprskavanje vode iz dizni ravnomerno raspoređenih po podu sa visinom mlaza oko 2.5 m radi oslobađanja od gasova i obogaćivanje vode kiseonikom. Aerator se sastoji od dva aeraciona polja sa po 7 laterala. Aerisana voda se sliva u retenzioni bazen koji se nalazi ispod aeracije. U retenziji se dovršavaju procesi oksidacije.

Ceo prostor ispunjen je rasprskavajućim mlazovima vode, te u hali vlada izuzetno visoka vlažnost. Za sam proces veoma je važna dobra provetrenost prostora koja obezbeđuje dovoljan dotok kiseonika. Iz tog razloga projektovani su veliki zidni otvori na fasadi (dovod vazduha), i izlazni otvori visoko pri krovu, koji zajedno obezbeđuju intenzivno slobodno strujanje vazduha i promaju u prostoru. Duž aeratora urađena je inspekciona staza izdignuta 1.4 m iznad poda sa lateralama tako da je moguće doći do svih aeracionih polja.

Filterska stanica je treći objekat u tehnološkom nizu postrojenja i sastoji se od:

- filterske sale sa 4 filterska polja,
- cevne galerije.

Filteri su projektovani kao brzi gravitacioni sa konstantnim nivoom i brzinom filtracije i ispunom od kvarcnog peska. Pranje ispune filtera obavlja se vodom i vazduhom, a za pranje filtera predviđene su pumpe i kompresori koji su smešteni u mašinskoj sali.

Filterska polja su projektovana sa duplim dnom, kanalom za dovod vode i kanalom za odvod vode od pranja filtera. Dovodni kanal služi za prihvatanje sirove vode koja se dovodi na filter i da obezbedi ravnomerno prelivanje sirove vode duž filtera. Naspram kanala za dovod vode predviđen je kanal za odvod vode od pranja filtera. Ispod filterske ispune nalazi se duplo dno koje je podeljeno na dva dela: deo ispod filterske ispune i deo ispod kanala za odvod vode od pranja filtera. U deo duplog dna ispod kanala za odvod vode od pranja dovodi se vazduh i voda za pranje filtera i odvodi čista filtrirana voda. Veza između dva dela duplog dna ostvarena je pomoću otvora u zidu i to u vrhu otvori za dovod vazduha i u dnu otvori za dovod vode za pranje i odvod filtrirane vode. Ovakvom konstrukcijom filtera i unosom vode i vazduha za pranje filtera omogućeno je ravnomerno pranje filterske ispune jer se voda i vazduh za pranje filtera prvo rasporede u dužinu filtera a nakon toga kroz otvore ravnomerno po širini filtera.

Duplo dno filtera čini perforirana armirana betonska ploča debljine 25 cm u kojoj su otvori sa filtarskim diznama. Broj dizni po metru kvadratnom filtarske ploče je oko 50 komada. Čist prostor ispod duplog dna je 90 cm.

Hala filtara je gornji nivo filtarskog objekta, staklenim zidom odvojena od hale aeracije. U hali su filtarski bazeni sa slobodnim vodnim ogledalom kojima se prilazi sa betonskih staza oko bazena.

Filtri imaju orijentaciju prema severu.

Za ventilaciju filterske hale koriste se prozori koji se otvaraju na ventus. Dodatna ventilacija predviđena je na krovu u vidu ventilacionih cevi dn100 koje izlaze iz krovne ravni za oko 50cm iznad svakog filterskog polja / ukupno 4 kom/.



Sl. 1.3.2. Pogled na rezervoar i peščane filtre iznad

Nakon filtracije na peščanim filterima voda se gravitacionao odvodi u reakcionu komoru u kojoj se prema potrebi vrši doziranje hlordioksida unapređuje proces uklanjanja ,u ovom slučaju pre svega mangana, a zatim i ostalih parametara koji zaostanu nakon procesa aeracije i filtracije na peščanim filterima. Zapremina komore je definisana vremenom zadržavanja-reakcije od 25 minuta. Dimenzije reakcione komore su 7.8x3.0x4.4 m zapremine cca 100 m³.

Nakon oksidacije voda se dovodi na filtere sa aktivnim ugljem. Filteri se sastoje od:

- filterske sale sa 4 filterska polja,
- cevne galerije.

Filtriranjem vode kroz sloj aktivnog uglja debljine 1.8 m uklanja se mangan, kao i sve eventualno zaostale čestice i nepoželjna organska i neorganska jedinjenja uz popravku ukusa i mirisa vode za piće.

Posle filtracije voda gravitacijom odlazi u rezervoar vode za pranje odakle se preko preliva gde se vrši hlorisanje vode odvodi u rezervoar čiste hlorisane vode. Iz rezervoara čiste hlorisane vode voda se potiskuje u mrežu sa višestepenim centrifugalnim pumpama. Predviđena je dezinfekcija Na-hipohloritom koji se dobija elektrolizom iz soli na licu mesta na bezbedan način. Pranje ispune filtera obavlja se vodom i vazduhom a pumpe i kompresori za pranje filtera smešteni su u pumpno-kompresorskoj stanici pored rezervoara čiste vode.

Prilikom pranja filtera nastaje velika količina zaprljane vode u relativno kratkom vremenskom intervalu. Ova voda se evakuiše u bazen za prljavu vodu od pranja filtera - taložnicu. Predviđena je izgradnja betonske taložnice sa dve komore svaka zapremine cca 105 m³. Voda se u taložnicama zadržava 5-6 sati tako da se u kanalizaciju ispušta veoma izbistrena voda sa malim sadržajem suspendovanih materija ispunjavajući uslove za upuštanje u kanalizacioni sistem.



Sl. 1.3.3. Pogled na gau filtere

Na postrojenju za preradu vode projektovana su dva rezervoara:

- Rezervoar vode za pranje filtera zapremine cca 150 m^3
- Rezervoar čiste hlorisane vode zapremine cca 1000 m^3

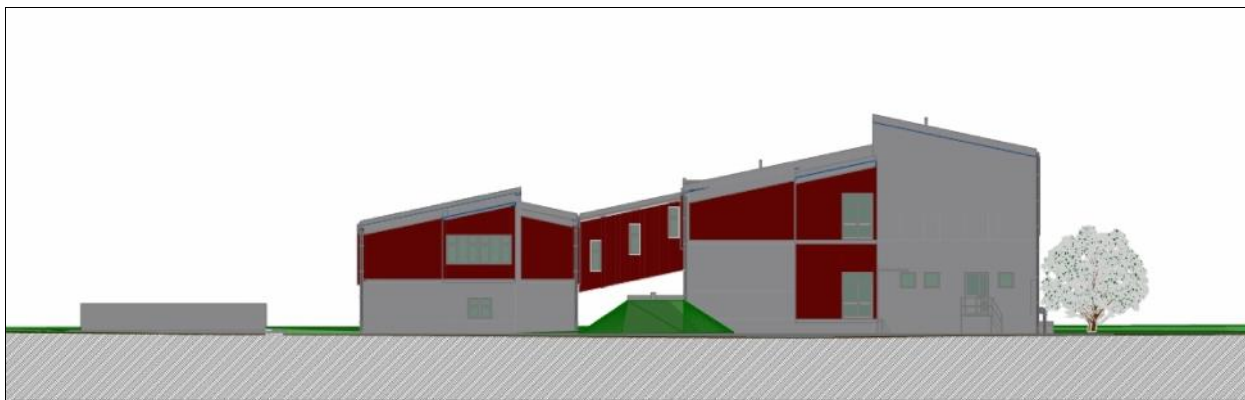
Oblik i dimenzija rezervoara određeni su dimenzijama i rasporedom tehnoloških celina u objektu tj dimenzijama filtera, cevne galerije i aeracije. Raspored šikana u rezervoarima definisan je tako da se obezbedi stalna cirkulacija vode u rezervoaru.

Rezervoar vode za pranje filtera je dimenzija $12.9 \times 3.0 \text{ m}$ sa maksimalnom dubinom vode od 4.0 m . Zapremina ovog rezervoara je oko 150 m^3 . Voda se u ovaj rezervoar dovodi cevovodom DN 300 sa filtera sa aktivnim ugljem. Iz rezervoara vode za pranje filtera voda se peko preliva na kome se vrši hlorisanje odvodi u rezervoar čiste hlorisane vode.

Rezervoar hlorisane vode je dimenzija $20.1 \times 13.3 \text{ m}$ sa maksimalnom dubinom vode od 4.0 m kota vode 78.50 mnm . Zapremina ovog rezervoara je oko 1000 m^3 . Iz rezervoara voda se potiskuje u mrežu za vodosnabdevanje Kostolca. U mašinskoj Sali pored rezervoara predviđena je pumpna stanica kojom se prečišćena voda potiskuje u mrežu.

Svi otvori u rezervoarima (za rezervni silaz i za postavljanje sonde za merenje nivoa vode u bazenu) biće pokriveni poklopcima od rebrastog lima tako da bi crpilište bilo skoro hermetički zatvoreno. Aeracija crpilišta izvršiće se pomoću aeracionih cevi DN 200.

1.4. KONSTRUKCIJA



Sl. 1.4.1. Pogled sa zapada na postrojenje

Postrojenje za preradu vode za piće sastoji se iz dva objekta međusobno povezana pasarelom radi ostvarivanja tople veze. Novi objekti postrojenja rešeni su kao kombinacija pločaste i skeletne konstrukcije

Prvi objekat je upravno-pogonski sa rezervoarima, peščanim filtrima i aeracijom.

Objekat je u osnovi dimenzija 20,80 X 22,30 m, ukupne visine oko 17 metara i sastavljen je iz dve konstruktivne celine:

- dela sa rezervoarima, aeracijom, filterima i cevnom galerijom
- dela mašinske sale i KKC.

Prva celina objekta je monolitna armiranobetonska konstrukcija fundirana na temeljnoj ploči debljine 45 cm. Na celoj površini temeljne ploče locirani su rezervoari za vodu, koji su međusobno podeljeni AB zidovima.

Iznad rezervoara nalaze se retenzija, filterska polja i cevna galerija između.

Deo objekta fundiran na temeljnoj ploči zatvoren je AB krovnom konstrukcijom u dvostranom nagibu (12°) sa denivelisanim slemenom. Krovnu konstrukciju čine AB grede koje se oslanjaju na AB stubove dimenzija 30/50cm, odnosno zidove u drugom pravcu i krovne armiranobetonske ploče.

U drugoj celini objekta smešteni su mašinska sala, kancelarije i KKC, a ograničen je osama A...B/1...6. Mašinska hala je smeštena na temeljnoj ploči na koti -4,80. Na ovu ploču pristupa se stepeništem sa podesta na koti ± 0.00 . Stepeništem sa ovog podesta pristupa se do ploče na koti +3,20 m, gde su smešteni komandno-kontrolni centar, laboratorija, kancelarije i sanitarni čvor. Sa ove kote omogućena je topla veza stepeništem za ulaz u filtersku galeriju.

Krovna konstrukcija iznad KKC je u jednostranom nagibu (12°) ka osi A. U svemu je slična krovnoj konstrukciji prvog dela objekta.

Položaj, oblik i unutrašnji raspored konstrukcije za objekat GAU filtera proizašao je iz tehnoloških zahteva, položaja postojećih objekata, topografske i geološke situacije na terenu.

Fundiranje je izvršeno na temeljnoj ploči debljine 40cm na koti -3,0. Komore kod gau filtera su svaka celina za sebe i mogu biti isključene, u režimu filtracije i režimu pranja. Slobodna širina komore od 2,8m, podeljena je na deo za filtraciju (2.m) i odvod vode (0.6m) prelivnim zidom debljine 20cm. Po visini, komora je takođe podeljena na dva dela montažnim pločama. U delu za filtraciju postavljene su montažne filterske ploče debljine 25cm na visini od 90cm iznad temeljne ploče. Na ploči se nalazi sloj aktivnog uglja debljine 180cm.

AB ploča na koti +2,50, koja pokriva filterska polja debljine je 20cm. Ova ploča se prostire i iznad cevne galerije (između osa 8 i 9), kao i iznad reakcione komore (između osa 7-8. Sa prostorom cevne galerije vezana je stepeništem koje se nalazi uz zid u osi 7 između osa B i J.

Objekat je zatvoren AB krovnom konstrukcijom u dvostranom nagibu (12°) sa denivelisanim slemenom. Krovnu konstrukciju čine AB grede koje se oslanjaju na AB stubove dimenzija 30/50cm i 40/50cm i krovne armiranobetonske ploče.

1.5. MATERIJALIZACIJA

Postrojenje je rešeno na savremenim principima kao objekat visoke tehnologije u toj oblasti sa strogim i jasno definisanim kubusima.

Fasadni zidovi na upravno-pogonskom delu sastoje se od giter bloka 19 cm i demit fasade 7 cm. Svi otvori obrađeni su bravarijom od eloksiranog aluminijuma. Tehnološki deo objekta delimično ima bojenu fasadu, ali veći deo ostaje u natur betonu, pa se u toku izvođenja mora posvetiti posebna pažnja betonskim delovima objekta koji su vidljivi na fasadi.

Funkcija objekata nametnula je raspored betonskih i zidanih površina, otvora i sl.



Sl.1.5.1: Pogled na postrojenje i taložnicu

1.5.1. MATERIJALI UNUTRAŠNJE I SPOLJAŠNJE OBRADJE

- Keramičke pločice u tehnološkom delu objekta.
- Ograde oko bazena i na stepeništima od prohroma.
- Sa unutrašnje strane zidovi kancelarijskog dela se malterišu i boje disperzivnom bojom. U sanitarnom čvoru, garderobi, mašinskoj sali i aeraciji zidovi se delimično oblažu keramičkim pločicama, a u prostorima sa prisustvom hemikalija, kiselo otpornim pločicama. Isto važi i za podove u ovim prostorima.
- Podovi u kancelarijama projektovani su od laminata radi lakog održavanja.
- Plafoni, u delu namenjenom za boravak zaposlenih, su spuštjeni sa dekorativnom rasvetom.
- Krovni pokrivač je trapezasti pocinkovani plastificirani lim na potkonstrukciji od Z profila.
- Termoizolacija na krovu je mineralna vuna.
- Oluci su od plastificiranog pocinkovanog lima.
- Upravno-pogonski deo ima termoizolovanu fasadu.



Sl.1.5.2: Pogled na umirujuću komoru i aeraciju

1.6. INSTALACIJE

- **Elektroinstalacije**

Objekat se greje na električnu energiju.

Tehnološki deo objekta ne greje se jer u njemu nije predviđen duži boravak osoblja. U mašinskoj sali i višenamenskom prostoru pored nje, predviđeni su kaloriferi za eventualno povremeno grejanje samo u ekstremno hladnom zimskom periodu.

U većini prostorija predviđa se trofazna utičnica za eventualno priključenje TA peći.

U objektu postoje elektro instalacije za napajanje pumpi i kompresora, za grejanje objekta na električnu energiju, osvetljenje i upravljanje. Elektro ormani smešteni su u mašinskoj sali, u blizini najvećih potrošača.

Predviđeno je uobičajeno spoljno osvetljenje ograđenog kruga, saobraćajnica i ograde.

- **Vodovod i kanalizacija**

Postrojenje ima uobičajene instalacije vodovoda i kanalizacije za laboratoriju, čajnu kuhinju i sanitarni čvor.

Kanalizacione vode iz postrojenja prikupljaju se i sabirnim cevovodom odvode u gradsku kanalizaciju.

- **Hidromašinska oprema**

U objektu ima hidromašinske opreme sa cevnom instalacijom koja je predmet posebnog projekta. Pre izvođenja betonskih ploča i zidova neophodno je u hidromašinskom projektu proveriti sve otvore u betonu i prodore cevi kroz zidove, i na vreme obezbediti ugradnju kratkih elemenata i drugih fazonskih komada koji se ugrađuju u beton.

1.7. HIDROIZOLACIJA

Hidroizolacija unutar objekta je na bazi penetrata, koji pod dejstvom vlage prodire u beton, zapunjava sve šupljine i beton čini vodonepropustljivim. Izvešće se kod svih armiranobetonskih konstrukcija koje drže vodu, čine granicu između suvog prostora i vode ili su ukopani, ukratko kod svih armiranobetonskih konstrukcija od kojih se zahteva vodonepropustljivost.

Izolacija penetratom vrši se sa mokre strane zidova. Svi bazeni, rezervoari i drugi delovi objekata koji drže vodu, premazuju se sa unutrašnje strane u tri sloja.

Spoljašna hidroizolacija ukopanih obimnih betonskih zidova izvodi se sa jednim, odnosno dva premaza bitulitom i jednim slojem kondora.

Pri izvodjenju ovih radova Izvodjač je dužan da primeni prvoklasni materijal proverenog proizvođača i da se strogo drži uputstva za primenu konkretnog odabranog preparata.

Odgovorni projektant:

Ljiljana Dimkić, dipl.ing.arh.