

Tehničko tehnološko rješenje postojećeg postrojenja Zagrebačka pivovara d.o.o.



Zagreb, veljača 2012.

Naručitelj: Zagrebačka pivovara d.o.o.

Izradio: Hrvatski centar za čistiju proizvodnju

Naslov:

**Tehničko – tehnološko rješenje
postojećeg postrojenja Zagrebačka pivovara d.o.o.**

Voditelj izrade: mr.sc. Goran Romac, dipl. ing.

Suradnici: Morana Belamarić, dipl.ing.

Dražen Šoštarec, dipl.ing.

Odobrio: mr.sc. Goran Romac, dipl. ing., ravnatelj

Zagreb, veljača 2012.

SADRŽAJ

UVOD	2
1 OPĆE TEHNIČKE, PROIZVODNE I RADNE KARAKTERISTIKE POSTROJENJA – PIVOVARE.....	2
1.1 Glavni tehnološki postupci	2
1.2 Proizvodni objekti postrojenja (procesne jedinice)	8
1.2.1 Glavni proizvodni objekti	8
1.2.2 Pomoćni proizvodni objekti	12
1.3 Potrošnja vode i količine otpadnih voda postrojenja	16
1.3.1 Potrošnja vode	16
1.3.2 Proizvedene otpadne vode Zagrebačke pivovare d.o.o.	17
2 PLAN S PRIKAZOM LOKACIJE I OBUHVATOM CIJELOG POSTROJENJA (SITUACIJA)	19
3 PROCESNI DIJAGRAM TOKA	20
3.1 Procesni dijagram proizvodnog procesa	20
4 PROCESNA DOKUMENTACIJA POSTROJENJA	21
5 OSTALA DOKUMENTACIJA	22

Uvod

U skladu sa zahtjevima Zakona o zaštiti okoliša (NN 110/07), a temeljem Uredbe o postupku utvrđivanja objedinjenih uvjeta zaštite okoliša (NN 114/08) tvrtka Zagrebačka pivovara d.o.o. pokrenula je postupak utvrđivanja objedinjenih uvjeta zaštite okoliša.

U postupku ishoda objedinjenih uvjeta zaštite okoliša od strane nadležnog ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva 25. kolovoza 2011. pribavljeno je Mišljenje na dostavljenu Analizu stanja Zagrebačke pivovare d.o.o. kojim se ocijenilo da je moguće pokrenuti postupak utvrđivanja objedinjenih uvjeta zaštite okoliša, odnosno da je u roku od 6 mjeseci potrebno podnijeti zahtjev za utvrđivanje objedinjenih uvjeta zaštite okoliša.

Odredbe vezane uz Zahtjev za utvrđivanje objedinjenih uvjeta zaštite okoliša definirane su člankom 6. Uredbe o postupku utvrđivanja objedinjenih uvjeta zaštite okoliša (NN 114/08), a pobliži sadržaj Zahtjeva utvrđen je obrascem OZ-IPPC u Prilogu III Uredbe.

1 Opće tehničke, proizvodne i radne karakteristike postrojenja – pivovare

Zagrebačka pivovara je društvo s ograničenom odgovornošću za proizvodnju i promet piva. U skladu s prilogom I Uredbe o postupku utvrđivanja objedinjenih uvjeta zaštite okoliša tehnički proizvodni kapacitet postrojenja je 11.000 hl piva/dan.

Proizvodnja piva u Zagrebačka pivovara sastoji se od niza tehnoloških postupaka koji se navode u tekstu koji slijedi.

1.1 Glavni tehnološki postupci

Prijem i priprema sirovina za proizvodnju piva

Za proizvodnju piva potrebne su četiri osnovne sirovine: ječmeni slad, hmelj, voda i kvasac. Dio ječmenog slada može se zamijeniti žitaricama i proizvodima od žitarica (kukuruzna krupica), te dodacima na bazi škroba i šećera. Kvaliteta ovih sirovina ima odlučujući utjecaj na kvalitetu gotovog proizvoda. Osiguranje odgovarajućih uvjeta prilikom manipulacije i skladištenja sirovina preduvjet je kvalitetnog gotovog proizvoda. Količina sirovina koje se skladište ovisi o mogućnostima redovite opskrbe što direktno određuje skladišne kapacitete.

Proizvodnja sladovine

Pivarski slad i kukuruzna krupica se dovoze u cisternama te zaprimaju u silose za slad i krupicu i transportiraju do varione zračnim transportom. Transport slada i krupice je priključen na zajednički sustav odzračivanja i time otprašivanja. Slad se melje na mlinu čekićaru da bi se pripremio za fazu ukomljavanja. Kukuruznu krupicu nije potrebno dodatno obrađivati. Slad i krupica se zatim ukomljavaju u kotlovima komine. Tijekom ukomljavanja sirovine se miješaju sa dekarboniziranom vodom te započinje proces konverzije visokomolekularnih šećera iz sirovina u fermentabilne šećere koje kasnije u procesu fermentacije koristi kvasac. Komina se zatim filtrira na kominskom filteru gdje se odvaja topiva faza – sladovina – od netopive faze – pivskog tropa. Trop se iz filtera odvodi u vanjske spremnike za trop i prodaje kao voluminozna stočna hrana.

Sladovina se zatim kuha uz dodatak hmelja do željene koncentracije ekstrakta. Nakon završetka kuhanja, iz vruće sladovine odvaja se nastali talog u dekanteru sladovine, a nakon toga se sladovina ohladi na temperaturu vrenja. Hladna sladovina je ulazna sirovina za fermentaciju piva. Faza proizvodnje sladovine odvija se u varioni i traje oko 7 sati.

Zagrebačka pivovara proizvodi sladovinu (i pivo) po *High Gravity* postupku, što znači da se u varioni proizvede sladovina s povišenim ekstraktom u osnovnoj sladovini, te se proces proizvodnje vodi tako da se završna koncentracija ekstrakta podešava razrjeđivanjem posebno obrađenom vodom u fazi filtracije. Postupak High Gravity omogućuje bolje vođenje i kontrolu procesa te postizanje standardne kvalitete proizvoda. Također omogućuje značajno smanjenje potrošnje energenata jer je volumen sladovine i piva u procesu manji od konačnog volumena proizvedenog piva, pa se stoga troši manje pare i struje na procese zagrijavanje i hlađenja.

Također, Zagrebačka pivovara koristi proizvodni postupak „Mother beer“ za neke robne marke. U prvom dijelu postupka se proizvodi jedna vrsta sladovine s povišenim ekstraktom u osnovnoj sladovini, a tek u fazi filtracije se proizvode različite robne marke. Od 2011 godine Zagrebačka pivovara proizvodi i specijalno Pšenično pivo za koje se koristi pšenični slad. Pšenično pivo radi se po proceduri kao za ožujsko uz dodatke jabučnog pektina. Pšenično pivo je specifično po tome jer se ne filtrira nakon fermentacije i maturacije nego se proizvodi mutno sa ostatkom male količine kvasca..

Alkoholno vrenje i zrenje (odležavanje) piva

Nakon što se sladovina ohladi na temperaturu vrenja (10°C), u nju se dodaje određena vrsta pivarskog kvasca, ovisno o vrsti piva. Aeracijom se stvaraju povoljni uvjeti za rast kvasca. Sladovina se također koristi za rast i prirast kvasca, koji se koristi 5 do 8 generacija. Kvasac se obnavlja i čuva 3- 5 dana u tankovima obnove kvasca.

Fermentacija se odvija u Cilindrično-konusnim tankovima (CCT) na predviđenoj temperaturi za svaku pojedinu vrstu piva, a tijekom nje kvasac previre šećere iz sladovine u alkohol i ugljični dioksid, te proizvodi

i druge nus produkte fermentacije. Ta faza traje cca 7 dana, a po njenom završetku kvasac se odvaja i koristi za nacjepljivanje nove šarže.

Mlado pivo se ohladi na -1°C te odvodi preko separatora u tankove za sazrijevanje mladog piva. U fazi sazrijevanja (odležavanja), pivo se koloidno stabilizira i sazrijeva. Faza sazrijevanja traje 2 do 10 dana, ovisno o recepturi za svako pojedino pivo. Nakon propisanog odležavanja, pivo se cjevovodima odvodi iz tankova za odležavanje preko separatora na liniju za filtraciju piva.

Filtracija piva

Pivo se filtrira na svječastom filteru uz pomoć dijatomejske zemlje (kiselgura) i nakon odvajanja kvasca i ostalih mutnih tvari pivo postaje bistro. Također se dodatno koloidno stabilizira na pVpp filteru djelomičnim izdvajanjem polifenola iz piva.

Filtrirano pivo se sprema u Tlačne tankove (BBT) te iz njih šalje na istakanje na linijama za punjenje piva.

Bistro, stabilizirano, karbonizirano i korigirano pivo se čuva u tlačnim tankovima, koji su prije punjenja stavljeni pod tlak CO_2 . Njihove unutrašnje stjenke su vrlo glatke, pa se lako čiste CIP sustavom pranja. U njima se pivo zadržava najviše tri dana prije izobarmetrijskog punjenja u ambalažu. Sve operacije s pivom ili procesima pranja u tlačnim tankovima provode se pod predtlakom CO_2 .

Punjenje i pakiranje piva

Prije prodaje pivo se mora napuniti u ambalažu koja se razlikuje po volumenu (0,25 l do 50 l) i materijalu izrade (staklene boce, PET boce, aluminijske limenke, KEG bačve od nehrđajućeg čelika), pa je ovisno od toga, kao i od toga radi li se o novoj, nepovratnoj ili povratnoj ambalaži i sama priprema ambalaže te postrojenja za punjenje piva u ambalažu (*ambalažiranje*) različita. Vrsta ambalaže uvjetovana je zahtjevima tržišta neovisno o utjecaju pojedine ambalaže na okoliš.

Rukovanje pivom i ambalažom mora biti optimirano te mora ispuniti tri osnovna preduvjeta za ispravan gotov proizvod:

- Potpuno uklanjanje mogućnosti vezanja kisika iz zraka u ambalažiranom pivu (maks. 0,04 do 0,09 mg O_2 /l tijekom punjenja),
- Zadržavanje niske temperature i predtlaka CO_2 u svrhu zadržavanja otopljenog CO_2 u pivu,
- Učestalo pranje dijelova uređaja koji dolaze u dodir s pivom, kao i čitavog postrojenja za punjenje, radi sprječavanja sekundarnog zagađenja.

Osim ova tri preduvjeta potrebno je osigurati redovno i potpuno nadziranje procesa punjenja.

Punjenje piva u ambalažu je vrlo složen proces koji se sastoji od sljedećih tehnoloških operacija:

- Priprema ambalaže,
- Pranje ambalaže,

- Kontrola oprane ambalaže,
- Punjenje i zatvaranje,
- Biološka stabilizacija (pasterizacija boce i piva),
- Etiketiranje i označavanje

Ključni stroj u procesu punjenja piva u ambalažu je punjač koji definira brzinu linije za punjenje. Zbog toga je neophodno da svi strojevi uključeni u liniju za punjenje piva u ambalažu budu međusobno fizički povezani i sinkronizirani, odnosno visoko automatizirani.

Nakon opremanja ambalaža se pakira ovisno o vrsti i slaže na palete koje se otpremaju u skladište gotovih proizvoda.

Skladištenje gotovog proizvoda

Nakon opremanja ambalaža se pakira ovisno o vrsti u PVC nosiljke (povratne staklene boce), kutije (nepovratne staklene boce i limenke), foliju (nepovratne staklene ili PET boce), slažu na palete (*paletizatori*) i odvođe u skladište gotovih proizvoda. Palete s gotovim proizvodima se čuvaju u skladištu opremljenom s opremom za kondicioniranje zraka (hlađenje/grijanje). Limenke se pune u vanjskim punionicama i dopremaju na skladište.

Ostali korisni procesi

Pomoćni (korisni) procesi neposredno vezani za proces proizvodnje piva definirani su osnovnim karakteristikama tehnološkog i to su:

Priprema vode - Voda se primarno koristi kao sirovina (89-93% vode u proizvodu), te za ispiranje ekstrakta iz tropa, hlađenje sladovine, pripremu naplavnog filtera piva, pasterizaciju piva, pranje i dezinfekciju tehničko tehnološke opreme i radnih površina, održavanje opće higijene, pranje i dezinfekciju ambalaže, kondenzaciju amonijaka u rashladnim postrojenjima, hlađenje zračnih i amonijačnih kompresora i dr. Priprema vode odvija se u postrojenju za dekarbonizaciju vode i sastoji se od sljedećih koraka:

- Kemijska priprema vode: obavlja se u reaktorima (2 kom.), i to doziranjem sumporne kiseline (37 – 38,5 %) izravno u gradsku vodu
- Priprema vapnenog mlijeka - proces je automatiziran. Sustav je zatvoren te nema emisija vapna.
- Dekarbonizacija u reaktoru. - u reaktoru se miješanjem postiže pH vrijednost od 9,5 do 10,5.
- Filtracija dekarbonizirane vode. - jednom godišnje se mijenja pijesak za filtraciju.
- Zaštita DK vode od mikrobiološkog zagađenja - zaštita vode se vrši 2% otopinom klordioksida (ClO₂).
- Korekcija pH-vrijednosti: postiže se nakon filtriranja dodavanjem H₂SO₄ (37 – 37,5 %), gdje se održava pH 6,0.
- Akumulacija dekarbonizirane vode.

- Distribucija pripremljene vode.

Kvaliteta vode se kemijski i mikrobiološki tjedno kontrolira u laboratorijima. U pogonu se kemijska kontrola obavlja svaki sat.

Reukperacija ugljičnog-dioksida - Ugljični dioksid (CO₂) nastaje kao produkt prilikom vrenja u fermentorima (CCT-ima). Oslobođeni CO₂ se prikuplja, odvaja iz pjene, pere vodom, a zatim komprimira, suši, filtrira, ukapljuje, isparava, sterilizira i distribuira do potrošača. Cijeli proces odvija se u stanici za rekuperaciju. CO₂ služi za sprečavanje kontakta proizvoda sa zrakom te korekciju nivoa CO₂ u proizvodu.

Proizvodnja rashladne energije - Tijekom procesa proizvodnje piva pojavljuje se potreba za njegovim hlađenjem, obzirom da se tijekom procesa fermentacije oslobađa toplina. Zagrebačka pivovara posjeduje 2 zatvorena rashladna sustava (amonijačni i glikolni), koji rade na principu izmjene topline između različitih medija.

Na krovu objekta punionice boca nalaze se rashladni tornjevi koji se sastoje od tri bazena s vodom, zapremine po 5 m³, te 9 ventilatora (po tri na svaki bazen). Osim redovitih mehaničkih i kemijskih čišćenja, u rashladnu vodu koja cirkulira u zatvorenom sustavu dodaju se sredstva za sprečavanje korozije (automatskim doziranjem) te sredstva za sprečavanje rasta algi.

Proizvodnja komprimiranog zraka - Stanica za komprimiranje i distribuciju sterilnog i tehničkog zraka priprema zrak za potrebe cjelokupne proizvodnje. Postrojenje se sastoji iz: grupe kompresora u strojarni i grupe kompresora u varionici slada. Način upravljanja kompresorskim postrojenjem je automatiziran.

Pranje i dezinfekcija - Cilj pranja i dezinfekcije je osiguravanje neophodnih higijenskih preduvjeta u svim fazama proizvodnje piva. Pranje i dezinfekcija procesne opreme i radnih površina su zbog visokih higijenskih zahtjeva učestali te iziskuju velike troškove radne snage, tehničke opreme, sredstava za čišćenje, vode i energenata. Pranje i dezinfekcija unutrašnjih površina procesne opreme se radi CIP („*Cleaning in Place*“) postupkom zatvorenog, kružnog pranja i dezinfekcije koristeći vodu i različita sredstva za pranje (alkalna, kisela i dezinficirajuća).

Programi pranja obično se sastoje od predispiranja vodom, kružnog alkalno ili kiselo pranje, završnog ispiranje deterdženta svježom vodom i tretiranje dezinfekcionim sredstvom ili sterilizaciju vrućom vodom.

Pranja vanjskih površina provode se ručno ili pomoću odgovarajućih uređaja za pranje pjenom i pod tlakom.

Održavanje - kontinuirani rad svih dijelova procesa, a osobito strojeva neophodan je za ispravan proizvod i kontinuirano snabdijevanje potrošača. Kako bi se osigurali što kraći zastoji organizira se služba održavanja

koja postupa ovisno o procesnom koraku. Uglavnom se koriste principi kontinuiranog preventivnog održavanja.

Kontrola kvalitete - Proces proizvodnje piva neophodno je nadzirati u svakom procesnom koraku kako sa fizikalno-kemijskog aspekta karakteristika sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda tako i mikrobiološku čistoću opreme, cjevovoda, poluproizvoda, kvasca, gotovih proizvoda. To se provodi u kontrolnom laboratoriju koji ima određeni direktni (ambalaža kemikalija, otpadne MBO podloge i sl.) i indirektni (kontrola kvalitete sirovina, rada CIP-ova i sl.) utjecaj na okoliš. Provodi se kontrola sirovina, međufazna kontrola u proizvodnji kao i kontrola gotovih proizvoda.

Mikrobiološki i fizikalno-kemijski laboratorij opremljeni su svom opremom za obavljanje potrebnih analiza.

1.2 Proizvodni objekti postrojenja (procesne jedinice)

U tekstu koji slijedi navode se karakteristike svih proizvodnih objekata postrojenja Zagrebačka pivovara d.o.o.:

1.2.1 Glavni proizvodni objekti

Glavni proizvodni objekti su:

- silos
- varionica (proizvodnja sladovine)
- obrada sladovine
- fermentacija
- filtracija
- punionica staklenih boca
- punionica PET boca
- punionica bačava
- skladište gotovih proizvoda

Silos

U sklopu procesne jedinice nalazi se 5 željeznih silosa za slad i 2 za kukuruznu krupicu. Sirovine se istovaruju mehanički/pneumatski. Prije istovara cisterna sa sirovinama se važe na mosnoj vagi. Silos je opremljen pužnicama i elevatorima s košaricama kojima se transportira slad i kukuruzna krupica. Hmelj se skladišti u hladenoj prostoriji. Silos je opremljen sustavom za otprašivanje s vrećastim filterima koji je spojen na sve dijelove sirovinskog transporta i svu procesnu opremu za pripremu sirovina. Prah se rekuperira u kotao krupice i na taj način vraćamo ekstrakt u proces.

U sklopu procesne jedinice nalazi se magnetni odvajač željeznih nečistoća i odvajač kamena. Nakon odvage na automatskoj vagi slad se melje na mlinu čekićaru. Nakon meljave slad se sakuplja u usipnom košu. Kukuruzna krupica se važe na protočnoj automatskoj vagi i usipava u kotao za ukomljavanje krupice. Transport slada provodi se elevatorom sa šalicama

Varionica

U sklopu procesnog koraka nalazi se 2 kotla za komljenje (opremljeni parnim grijačima i dvobrzinskom miješalicom), cjevovodi, armatura i pumpa za kominu. Ukomljavanje se provodi toplom vodom pripremljenom miješanjem vruće vode od hlađenja sladovine s hladnom vodom. Vruća voda čuva se u tanku za vruću vodu. Izdvajanje sladovine odvija se na Meura filtru 2001 komine ispod kojeg se nalazi koš

za trop s pužnicom, zračno-pneumatski sustav za transport tropa i 1 spremnik tropa. Nakon filtracije komine trop se ispire toplom vodom koja se priprema miješanjem vruće. Nakon završetka filtracije trop se transportira pneumatskim transportom u spremnik tropa. Kuhanje sladovine odvija se u kotlu opremljenom unutarnjim kuhačem, cjevovodima, armaturom i pumpom za vruću sladovinu. Sladovina se kuha s hmeljom kroz 50 min i nakon kuhanja prepumpava pumpom vruće sladovine u dekanter.

Obrada sladovine

Nakon prepumpavanja cjelokupne količine sladovine u dekanter, sladovina miruje zadano vrijeme nakon čega se pumpom prebacuje kroz hladnjak sladovine u CCT-e ili fermentore. Nakon prebacivanja sladovine istaloženi topli talog se vraća u tank prihvata vrućeg taloga, odakle se vraća u kotao ukomljava na početak procesa. Taložnjak se nakon pražnjenja pere vodom.

U sklopu procesnog koraka nalazi se pločasti izmjenjivač topline (ledena voda), aerator sladovine, mjerač protoka. Vruća sladovina pumpom se transportira kroz pločasti hladnjak u kome se hladi vodom temperature 4 °C (vruća voda se sakuplja u tanku vruće vode) na početnu temperaturu vrenja. Svi spremnici, cjevovodi i oprema održavaju se pomoću CIP uređaja koji ima 2 posude (lužina/voda).

Fermentacija

U sklopu procesnog koraka nalazi se 7 amonijačnih fermentora po 4.800 hl gross volumena, 8 glikolnih fermentora po 4.800 hl gross volumena i 2 glikolna fermentora po 1750 hl gross volumena, 4 tanka za čuvanje kvasca, propagator sa 3 posude. Svaki fermentor je izoliran i opremljen sa zonama za hlađenje, sigurnosnom i armaturom za održavanje predtlaka u fermentoru. CO₂ iz svakog fermentora prvih 20 sati ispušta se preko sustava za nečisti CO₂ u atmosferu na visini od 30 m, a zatim se sakuplja glavnim cjevovodom kroz hvatač pjene i odvodi na ukapljivanje u strojarnicu. Mlado pivo hladi se protočnim hladnjakom, bistri separatorom i prebacuje u drugi tank na odležavanje.

Svi spremnici, cjevovodi i oprema održavaju se pomoću CIP uređaja koji ima 6 posuda (dezinfekcija/sredstvo za pranje-kiselina + luzina)..

Filtracija

U sklopu procesnog koraka nalazi se pufer tank nefiltriranog piva, tankovi za pripremu kiselgura, dozator kiselgura, dozator sredstva za stabilizaciju, svjećasti kiselgur filter, trap filter, pufer tank za filtrirano pivo, pufer tank za mješavinu voda/pivo, uređaj za deaeraciju vode, uređaj za miješanje piva i vode, uređaj za doziranje CO₂. Sve operacije u ovom procesnom koraku provode se pod predtlakom CO₂. Svi spremnici, cjevovodi i oprema održavaju se pomoću CIP uređaja koji ima 3 posude (dezinfekcija/lužina/kiselina/vruća voda.)

Cjelokupna količina filtriranog piva sakuplja se u stojećim izoliranim tlačnim tankovima (BBT) i u zadanom vremenu isporučuje pod predtlakom CO₂ u proces ambalažiranja piva. Nakon pražnjenja tankovi se peru i dezinficiraju CIP uređajem pod pretlakom CO₂.

Punionica staklenih boca

Prazna staklena ambalaža preuzima se iz skladišta ambalaže. Na depaletizatoru se ambalaža skida sa paleta, a prazne palete se transportiraju na paletizator.

Na ispakivaču, boce se vade iz nosiljke i transportiraju dalje prema peračici.

Prazne nosiljke peru se u peračici nosiljki, nakon čega se transportiraju na upakivač.

Prazne boce dolaze transporterom boca do peračice boca, gdje se tretiraju mehanički i kemijski. Ulaze u bazen s vodom radi prednamakanja, zatim u bazen lužine 1 i 2, gdje se prvo vrši vanjsko pranje tj. skidanje etiketa a zatim i unutrašnje pranje boca. Nakon toga boce idu u bazen za regulaciju pH da se uklone svi zaostaci lužine. Oprane i neutralizirane boce idu na dezinfekciju klorom.

Oprane boce prolaze kroz inspektor praznih boca na kojem se odvajaju boce koje nisu u redu. Ako je greška popravljiva (boca nije dobro oprana) boce se vraćaju u peračicu boca. Ako greška nije popravljiva (oštećene boce), boce se odvajaju u lom. Boce koje su mehanički i mikrobiološki ispravne transportiraju se u punjač boca.

Na punjaču se pivo napuni u boce, u atmosferi CO₂, ušprica se vruća voda u svrhu pobuđivanja pjene i istjerivanja zraka iz grla boce, te se boce začepi.

Ovisno o vrsti pasterizacije pivo se iz tanka šalje na punjač ili se pasterizira u protočnom pasteru.

Pivo koje se pasterizira u protočnom pasteru prolazi kroz pufer tank koji se nalazi između pastera i punjača i služi za kratkotrajnu pohranu piva.

Ispravno napunjene boce s pivom koje nije prethodno pasterizirano na protočnom pasteru, prolaze kroz tunelski paster u kojem se pivo pasterizira u boci.

Napunjene boce transportiraju se na etiketirku, gdje se na boce uz pomoć ljepljive ljepe vratna, prednja i leđna etiketa. Nakon lijepljenja etikete na bocu, na etiketi se laserom ili pisačem otisne sat, dan, mjesec, godina do koje se pivo može upotrijebiti i linija točenja.

Boce prolaze kroz inspektor punih boca u svrhu završne inspekcije punih, etiketiranih boca. Boce koje se ne pakiraju u kartonsku ambalažu transportiraju se transporterom na upakivač, gdje se boce pakiraju u prethodno oprane nosiljke, a napunjenje nosiljke se transportiraju na paletizator.

Boce koje se pakiraju u 6-pack, 4-pack ili pojedinačne boce transportiraju se na Ocme, gdje se 6-pack ili 4-pack pakira na kartonske podloške, a pojedinačne boce u kartonske kutije. Pakiranja na kartonskim

podlošcima se prilikom prolaska kroz Dimac omotaju folijom i pri tome je termo tunel Dimac uključen i grije.

Gotova pakiranja (nosiljke i kartonska ambalaža) se na paletizatoru slažu na palete.

Upakirani gotovi proizvodi se predaju u skladište gotove robe.

Puniona PET boca

Predoblici se griju na temperaturu od cca. 100°C te se nakon toga napuhuju uz upotrebu komprimiranog zraka na željeni oblik boce koja se pomoću zračnog transportera transportira na punjač

Boca se ispire prije samog punjenja i čepljenja, na punjaču se pivo napuni u boce, u atmosferi CO₂, ušprica se vruća voda u svrhu pobuđivanja pjene i istjerivanja zraka iz grla boce, te se boce začepe. Nakon punjača boce se provjeravaju u svrhu sigurnosti ispravnog nivoa napunjenosti i začepljenosti.

Pasterizacija pive se obavlja u protoku pri temperaturi od 68°C – 72°C

Pivo koje se pasterizira u protočnom pasteru prolazi kroz pufer tank koji se nalazi između pastera i punjača i služi za kratkotrajnu pohranu piva.

Napunjene boce transportiraju se na etiketirku, gdje se na boce uz pomoć ljepljive trake, i trbušna etiketa. Nakon lijepljenja etikete na bocu, na etiketi se laserom ili pisačem otisne sat, dan, mjesec, godina do koje se pivo može upotrijebiti i linija točenja.

Ispravno etiketirane boce se na stroju za upakiravanje slažu po 6 komada te omotaju folijom koja se uslijed utjecaja temperature stisne uz boce.

Na pakete se postavlja bar kod ručkica sa samoljepljivom trakom

Gotova pakiranja (paketi Pet boca) se na paletizatoru slažu na palete.

Ispravno paletizirana paleta se omata folijom te se isporučuje u skladište gotove robe

Puniona bačava

Prazne bačve preuzimaju se sa skladišta ambalaže, te se skidaju sa paleta i vizualno kontroliraju. Bačve koje nisu u redu odvajaju se i popravljaju. Prazne bačve transporterom odlaze na predperač. Pranju predhodi vanjsko pranje bačve.

Pivo se pasterizira prolaskom kroz protočni paster. Nakon toga pivo se kratkotrajno zadržava u pufer tanku.

Prazne bačve transportiraju se na liniju za punjenje, gdje se vrši unutrašnje pranje, sterilizacija i punjenje bačvi. Napunjenje bačve se okreću na prekretaču bačava, na bačvu se ručno stavljaju plastični čepovi. Ne bačvi se pisačem otisne naziv branda, sat, dan, mjesec, godina tj. rok upotrebe piva. Kontrola napunjenosti vrši se vaganjem napunjenih bačvi.

Dobro napunjene bačve se stavljaju na palete. Palete se predaju u skladište gotove robe.

Skladište gotovih proizvoda

Gotova pakiranja (nosiljke i nepovratna ambalaža u transportnom pakiranju) se na paletizatoru slažu na palete. Upakirani gotovi proizvodi se predaju u skladište gotove robe. U skladištu se palete slažu u redove i na regale uz ostvarivanje koncepta „FIFO“.

1.2.2 Pomoćni proizvodni objekti

Pomoćni proizvodni objekti su:

- Priprema vode
- CO₂ stanica
- Rashladno postrojenje
- Stanica za komprimiranje i distribuciju sterilnog i tehničkog zraka
- Predtretman otpadnih voda

Priprema vode

Za potrebe tehnološkog procesa koristi se voda iz gradskog vodovoda. Voda se tretira da se ostvare potrebni parametri kvalitete. Postrojenje za dekarbonizaciju vode priprema max 2600 m³ vode na dan.

Postupak dekarbonizacije vode obavlja se sljedećim redom:

- **Kemijska priprema vode:** obavlja se u reaktorima i to doziranjem sumporne kiseline (37 – 38,5 %) izravno u gradsku vodu. U reaktorima se vapneno mlijeko automatski dozira i miješa s gradskom vodom.
- **Priprema vapnenog mlijeka:** Vapno se prebacuje u pripremni kotao vapnenog mlijeka AB0. Nakon miješanja u AB0 kotlu vapneno mlijeko se prebacuje u pripremni kotao AB1 gdje se dodatno miješa te prepumpava u dozirne kotlove AB2 i AB3. Vapneno mlijeko – gustoće do 5% vapna koje se nalazi u kotlovima AB2 i AB3 dozira se potom na ulaz reaktora te miješa u struji gradske vode na dnu reaktora. Proces je automatiziran. Sustav je zatvoren te nema emisija vapna.
- **Dekarbonizacija u reaktoru:** U reaktoru se miješanjem postiže pH vrijednost od 9,5 do 11.
- **Filtracija dekarbonizirane vode.** Nakon reaktora voda se filtrira. Postoje tri filtera – svaki kapaciteta 60 m³/h. Na izlazu filtera postavljen je uređaj za mjerenje bistroće filtrirane vode. Dozvoljeno je da voda sadrži najviše 4,10 ppm krutih čestica.
- **Zaštita DK vode od mikrobiološkog zagađenja** 2% otopinom klordioksida (ClO₂).
- **Korekcija pH-vrijednosti:** postiže se dodavanjem H₂SO₄ (37 – 37,5 %), gdje se održava PH 6,0.
- **Akumulacija dekarbonizirane vode.** Dekarbonizirana voda se akumulira u bazenima i završno korigira na vrijednost od 6,0.

Distribucija pripremljene vode. Pripremljena voda se pumpama distribuira do potrošača.

CO₂ stanica

Postrojenje služi za rekuperaciju ugljičnog dioksida i opskrbu svih potrošača. Ugljični dioksid (CO₂) nastaje kao produkt prilikom vrenja u fermentorima (CCT-ima). Oslobođeni CO₂ se prikuplja, odvaja iz pjene, pere vodom, a zatim komprimira, suši, filtrira, ukapljuje, isparava, sterilizira i distribuira do potrošača. CO₂ služi za sprečavanje kontakta proizvoda sa zrakom te korekciju nivoa CO₂ u proizvodu.

Proces obnavljanja CO₂ obavlja se u sljedećim fazama:

- **Separacija pjene:** obavlja se u peracu pjene (s vodom). Pjena se prikuplja iz CCT-a.
- **Pranje plina CO₂:** obavlja se u peracu plina.
- **Komprimiranje plina CO₂:** obavlja se u klipnom kompresoru (V-izvedba). Blok kompresora se hladi glikolom.
- **Međuhlađenje plina CO₂:** Hlađenje CO₂ odvija se iza 1 stupnja i iza 2 stupnja kompresije glikolom (u distribuciji novog glikola)
- **Filtracija CO₂:** obavlja se u filteru u kojem je aktivni ugljen.
- **Sušenje plina CO₂:** obavlja se u sušaču u kojem je plašt sa zrcima silikagela (za upijanje vlage).
- **Odvajanje prašine:** obavlja se u filterima za prašinu.
- **Ukapljivanje CO₂:** kao rashladni medij služi freon (R22, 120 kg) koji se komprimira u rashladnom kompresoru.
- **Spremnik za ukapljeni CO₂:** tekući (ukapljeni) CO₂ drži se u spremnicima pri tlaku od 19 bara i temperaturi do – 35°C.
- **Isparavanje CO₂:** obavlja se u isparivaču kapaciteta do max 1600 kg/h. Tekući CO₂ prolazi kroz zagrijanu vodu i prelazi u plinovito stanje.
- **Filtracija CO₂:** nakon isparavanja, CO₂ se pročišćava u mikrofilterima, nakon toga prolazi kroz sterilni filter.
- **Distribucija CO₂:** plin CO₂ se reducira na tlak od 9 bara i distribuira potrošačima.

Kontrola čistoće CO₂: obavlja se selektivno te se po potrebi isključuju izvori koji daju nečisti CO₂.

Rashladno postrojenje

Tijekom procesa proizvodnje piva pojavljuje se potreba za njegovim hlađenjem, obzirom da se tijekom procesa fermentacije oslobađa toplina. Zagrebačka pivovara posjeduje 2 zatvorena rashladna sustava (amonijakni i glikolni), koji rade na principu izmjene topline između različitih medija.

1. Postrojenje za hlađenje sa amonijakom

Glavni dijelovi postrojenja smješteni su u zgradi punione boca, i to u prostorijama u prizemlju, na I katu i krovu punione boca.

Sastoji se od direktnog hlađenja i indirektnog hlađenja.

Iz sakupljača amonijak se cjevovodom odvodi u separatore, gdje se odvaja tekuća faza, a plinovitu fazu amonijaka usisava kompresor smješten u prizemlju i tlači na zadani tlak (do max. 12 bara, pri temperaturi do 80°C).

Nakon komprimiranja, amonijak prolazi kroz odvajač ulja i odovodi se u kondenzatore, gdje se ukapljuje na tlaku od 8-11 bara i pri temperaturi od 25-35°C. Kondenzator amonijaka hladi se vodom, a voda se hladi u rashladnim tornjevima koji su smješteni na krovu građevine. Iz kondenzatora ukapljeni amonijak odvodi se cjevovodom do sakupljača (receivera). Iz sakupljača se putem regulacionih ventila vrši nadopuna glavnog separatora u strojarni i separatora u „10 odjeljenju“. Rashladno postrojenje s amonijakom opremljeno je pokazivačima nivoa, mjernom armaturom, sigurnosnim ventilima, termostatima i presostatima, te manomentrima.

Cjevovodi i armatura za hlađenje novih fermentora i kvasca smješteni su na vanjskom prostoru (na podestu uz fermentore).

2. Postrojenje za hlađenje s glikolom

Instalirana su dva sustava za hlađenje s glikolom stari i novi.

“Stari” sustav s glikolom - Glikol se nalazi u spremniku (ležećem) koji je podijeljen na dva jednaka dijela (topli i hladni). Pregrada je izvedena tako da je ostavljen otvor u gornjem dijelu spremnika koji omogućava prelijevanje i miješanje hladnog (-5°C) i toplog (cca 0°C) glikola. Iz hladnog dijela spremnika izuzima se glikol do razdjelnika iz kojega se razvodi do tri linije potrošača.

Nakon izmjene topline u potrošačima (Linija 1, Linija 2, Linija 3), zagrijani glikol se vraća u “topli” dio spremnika. Iz toplog dijela spremnika glikol se pumpom odvodi u isparivač amonijaka, gdje se hladi (na -5°C) i vraća u “hladni” dio spremnika.

Spremnik „starog glikola“ nalazi se na I. etaži građevine punionice boca dok hladnjaci glikola (isparivači 2 komada) nalaze se u prizemlju strojarnice.

“Novi” sustav s glikolom - Glikol se nalazi u stojećem spremniku. U donjem (“hladnom”) dijelu temperatura glikola iznosi -4°C, a u gornjem (“toplom”) dijelu iznosi -1°C. “Hladni” i “topli” dio spremnika nisu odvojeni fizičkom pregradom. Glikol se izuzima iz donjeg dijela spremnika (-4°C) i transportira do hladnjaka na 8+2 nova fermentora. Iz hladnjaka se zagrijani glikol (-1°C) vraća u gornji dio spremnika. Iz gornjeg dijela spremnika glikol se transportira u isparivač amonijaka (hladnjak glikola), gdje se hladi na -4°C do -5°C, i tako ohlađen ulijeva u donji dio spremnika. “Novi” sustav ima svu potrebnu mjernu, sigurnosnu, regulacijsku i zapornu armaturu.

3. Evaporativni kondenzatori (Rashladni tornjevi)

Na krovu objekta punionice boca nalaze se rashladni tornjevi koji se sastoje od tri bazena sa vodom, zapremine po 5 m³, te 9 ventilatora (po tri na svaki bazen). Osim redovitih mehaničkih i kemijskih čišćenja, u rashladnu vodu koja cirkulira u zatvorenom sustavu dodaju se sredstva za sprečavanje korozije (automatskim doziranjem) te sredstva za sprečavanje rasta algi

Stanica za komprimiranje i distribuciju sterilnog i tehničkog zraka

Priprema zrak za potrebe cjelokupne proizvodnje. Postrojenje se sastoji iz:

1. Grupa kompresora u strojnarni

Sastoji se iz četiri vijčana kompresora kapaciteta svaki 13,5 m³/h i radnog tlaka 7 bara (max. 7,5 bara) (proizvođač KAESER – Austrija). Kompresori su u posebnoj prostoriji, oklopljeni u zvučno-izoliranom kućištu, a na temelj su postavljeni s ublaživačima vibracija.

Kompresorsko postrojenje opremljeno je sušačima zraka, odvajačem ulja. Za posebne potrebe stlačeni zrak se dodatno filtrira (baterija za tehnički zrak), odnosno posebno filtrira i sterilizira (baterija za sterilni zrak).

Po potrebi se filter sterilizira i sa suhozašićenom parom (4 bara, 125°C).

Tlačni spremnik je kapaciteta od 10 m³, radnog tlaka 7 bara. Spremnik je u posebno ograđenom prostoru (u prostoru glavnog skladišta) i opremljen je svim mjernim instrumentima te sigurnosnom i zapornom armaturom. Način upravljanja kompresorskim postrojenjem je potpuno automatiziran.

2. Grupa kompresora u varionici slada

Sastoji se iz dva vijčana kompresora kapaciteta 9 m³/min i radnog tlaka 3,5 bara po kompresoru gdje se preko spremnika zraka te regulacionog ventila reducira tlak zraka na 1,5 bara za potrebe raspuhivanja i transporta sladovine. U istoj prostoriji je i tlačni spremnik opremljen sigurnosnom i zapornom armaturom, te mjernim instrumentima. Navedeni sustav komprimiranog zraka služi za opskrbu sustava za pneumatski transport sirovina (slada, krupice) u silose i iz silosa sirovina. Način upravljanja kompresorskim postrojenjem je automatiziran.

Predtretman otpadnih voda

Objekti trenutno izgrađeni u Zagrebačkoj pivovari d.o.o. koji su namijenjeni zaštiti voda ončišćenja su.

- mehanički separator (sito) tehnološke otpadne vode – sito s razmakom mrežice od 1-2 mm za odvajanje etiketa, čepova, zrnja, tropa i sl.
- Bazeni za izjednačavanje protoka, pH vrijednosti, organskog opterećenja i temperature otpadne vode

- Jedinica za doziranje solne kiseline radi balansiranja pH
- Separator ulja kod zone servisa viličara
- Separator ulja kod odlagališta neopasnog i komunalnog otpada
- Separatori ulja (2 komada) u objektu punionice piva

1.3 Potrošnja vode i količine otpadnih voda postrojenja

Podaci o potrošnji i količinama otpadnih voda preuzeti su iz internih praćenja potrošnje vode i protoke otpadnih voda u 2011. godini

1.3.1 Potrošnja vode

U Zagrebačkoj pivovari d.o.o. za proces proizvodnje koristi se pitka voda iz javne vodovodne mreže. Pitka voda iz javne vodovodne mreže koristi se za:

- tehnološki proces proizvodnje piva (ugradnja u proizvod, pranje i dezinfekcija, laboratorij)
- prateće energetske procese (priprema vode, kondenzacija amonijaka, hlađenje zračnih kompresora),
- sanitarne svrhe zaposlenika tvornice,
- restoran.

U tehnološkom procesu upotrijebljena voda ponovno se koristi :

- Svi kondenzati (glavni izvori variona, obrada, filtracija i puniona) se sakupljaju u spremniku kondenzata u podrumu varione i od tamo distribuiraju prema:
- krugu grijanja, gdje se putem izmjenjivača za grijanje cirkulacijskog kruga vode koriste u radiatorima i nakon toga distribuiraju prema spremniku na krovu punione. Iz spremnika se dalje koristi za pranje kašeta i skidanje etiketa (pored svake etiketirke) u punioni.
- prema krovu punione (direktna distribucija) za dogrijavanje centralnog grijanja punione u parnoj stanici.
- isparivaču CO₂ u CO₂ stanici.
- Voda kojom se hladi sladovina koristi se za kuhanje u varioni i sterilizaciju linija u proizvodnji. Ta voda se zagrije tijekom hlađenja sladovine na 92°C. Dio vode od sterilizacije linija ponovo se rekuperira i koristi u varioni (oko 70%). Isto tako prilikom CIP-a linija i tankova zadnje ispirne vode koje su čiste sakupljaju se i koriste za predispiranje tankova i linija umjesto svježe vode

U tablici 1. prikazana je potrošnja vode u Zagrebačkoj pivovari u razdoblju od 2009. do 2011. godine. Podaci su preuzeti iz internih praćenja potrošnje vode.

Tablica 1. Potrošnja vode u Zagrebačkoj pivovari u 2009., 2010. i 2011. godini:

POTROŠNJA VODE	GODINA		
	2009	2010	2011
Ukupna (m ³)	634.580	558.490	604.260
Po jedinici proizvedenog piva (m ³ /hl)	0,41	0,37	0,36

Potrošnja vode po pojedinim odjelima prikazana je u tablici 2.

Tablica 1. Potrošnja vode. p odjelima

Zahvat vode	Upotreba u radu postrojenja	Potrošnja tehnološke i pitke vode (Ø)				
		Ø (l/s)	maks (l/s)	m ³ /mj.	m ³ /god	m ³ /hl
Gradski vodovod – dekarbonizirana voda	Variona	26-30	35	11.789	141.472	0,09
	Filtracija, Fermentacija			17.853	214.234	0,13
	Puniona			15.745	188.945	0,12
	Strojarna			1.863	22.354	0,01
	Obrada vode			2.390	28.676	0,02
	Ostalo			715	8.580	0,01

1.3.2 Proizvedene otpadne vode Zagrebačke pivovare d.o.o.

Otpadne vode Zagrebačke pivovare d.o.o. ispuštaju se sustavom interne odvodnje u sustav javne odvodnje putem 2 ispusta:

- Ispust kod porte u Vukasovićevoj ulici (okno 1) putem kojeg se ispuštaju predobrađene tehnološke vode otpadne vode, vode iz procesa hlađenja i dio sanitarnih otpadnih voda
- Ispust kod porte u Ilici (okno 2) putem kojeg se ispušta dio sanitarnih i oborinskih voda.

Najveći dio zahvaćene vode služi u procesu proizvodnje piva. Tehnološke otpadne vode uglavnom nastaju prilikom procesa pranja pogona u pivovari. Tehnološke otpadne vode se putem slivnika smještenih po proizvodnim prostorijama odvede u tehnološki interni kanalizacijski sustav i to putem vertikalnih odvodnih instalacija, sifonskih okana te dijelom prepumpnih sustava. Taj sustav završava na uređaju za predtretman otpadnih voda. Nakon predtretmana (egalizacije) tehnološke vode se spajaju sa oborinskim vodama te preko obilježenog revizionog okna, ispuštaju se *na kontroliranom* ispustu Vukasovićeva u sustav javne odvodnje Grada Zagreba.

Količine i sastav otpadnih voda

Protok i sastav otpadnih voda dani su u tablici 3. Prikazani su prosječni rezultati mjerenja koncentracija onečišćujućih tvari provedenih u 2011. godini.

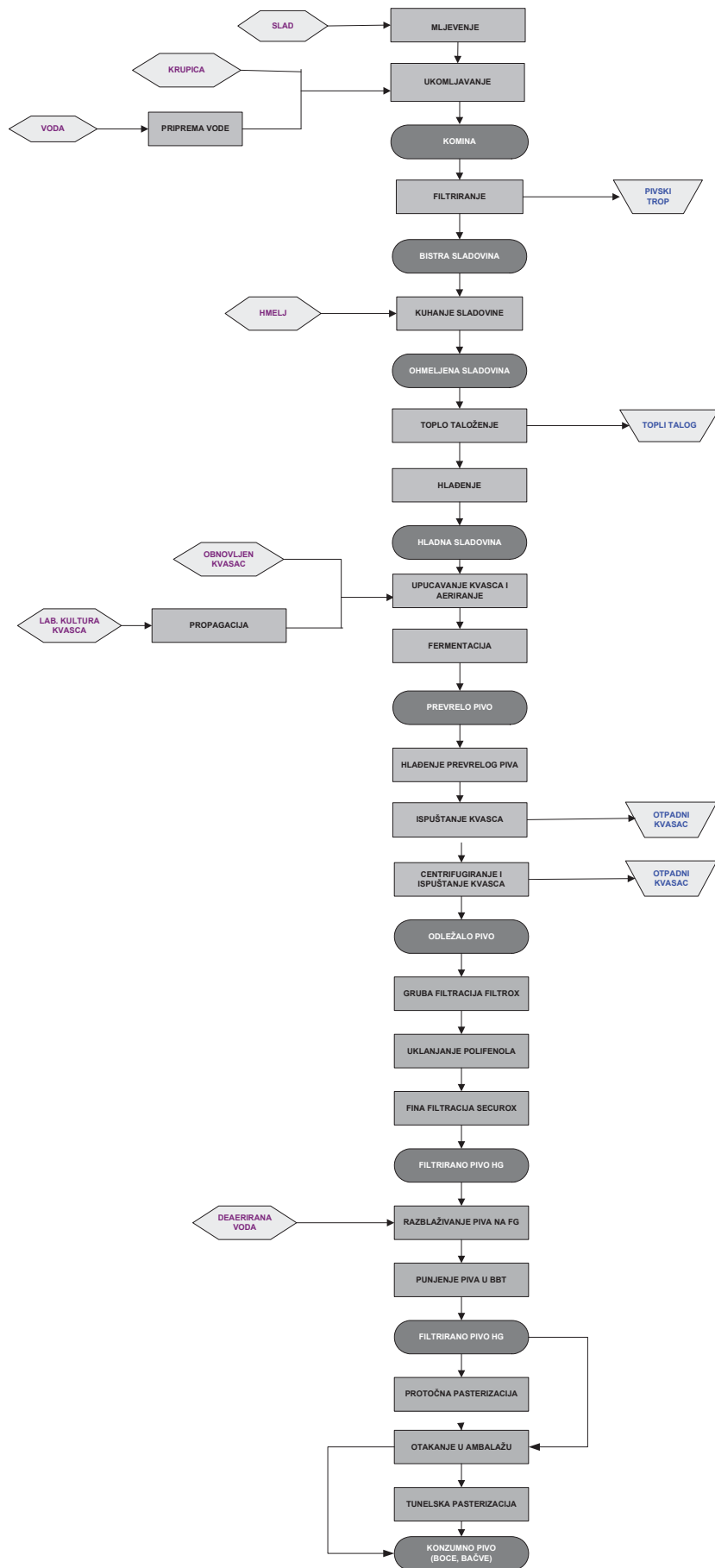
Tablica 3. Protok i sastav otpadnih voda.

Oznaka mjesta ispuštanja	Mjesta nastanka otpadnih voda	Ukupna dnevna količina (m ³ /dan) i protok (m ³ /h) ¹	Vrste i karakteristike onečišćujućih tvari	Prije pročišćavanja		Nakon pročišćavanja 2010. godina	
				Način pročišćavanja	Koncentracija mg/l	Koncentracija mg/l	Godišnje emisije (t) i emisija/jedinica proizvoda (kg/hl)
K1	Zagrebačka pivovara d.o.o.	1.376,42 m ³ /dan 57,35 m ³ /h	Suspendirana tvar	Taloženje, egalizacija, separator masti	Nema podataka	363,36	185.61 0,124 kg/hl
			BPK ₅		Nema podataka	1.872,86	956.68 0,644 kg/hl
			KPK		Nema podataka	2.860,69	1.461,28 0,983 kg/hl
			Sulfati/ mg/l		Nema podataka	92,90	47,46 0,031 kg/hl
			Kloridi/ mg/l		Nema podataka	76,60	39, 13 0,026 kg/hl
			Ukupna ulja		Nema podataka	18,85	9,63 0,006 kg/hl
			Mineralna ulja		Nema podataka	10,16	5,19 0,003 kg/hl
			Detergenti anionski		Nema podataka	0,24	0,124 0,0001 kg/hl
			Detergenti kationski		Nema podataka	1,06	0,542 0,0004 kg/hl
			Detergenti neionski		Nema podataka	3.01	1,539 0,001 kg/hl

¹ Prikazana prosječna dnevna količina u 2010. godini.

3 PROCESNI DIJAGRAM TOKA

3.1 Procesni dijagram proizvodnog procesa



4 PROCESNA DOKUMENTACIJA POSTROJENJA

- Operativni plan zaštite i spašavanja Zagrebačka pivovara d.o.o., Zagreb, lipanj 2010
- PU ZG 06 Plan rada i održavanja vodnih građevina za odvodnju i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, Zagrebačka pivovara d.o.o. 18.10.2010 god.
- PU ZG 08 Operativnom planu interventnih mjera u slučaju izvanrednog i iznenadnog onečišćenja voda, Zagrebačka pivovara d.o.o., 18.10.2010..
- Plan evakuacije i spašavanja, 717 – 006/10/ Revizija 2, 2010. godina
- Procjena rizika nastanka eksplozije – Revizija, Broj: TZ-3/25-09, 2009. godina

5 OSTALA DOKUMENTACIJA

1. Zakon o zaštiti okoliša (NN 110/07)
2. Uredba o postupku utvrđivanja objedinjenih uvjeta zaštite okoliša (NN 114/08)
3. EC (2006): Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries
4. World Bank Group (2007): Environmental, Health, and Safety Guidelines for Breweries
5. Environmental Protection Agency Ireland: BAT Guidance Note on Best Available Techniques for the Brewing, Malting & Distilling Sector
6. Brewers of Europe (2002): Guidance Note for establishing BAT in the brewing industry