

# Tehnološki proces proizvodnje piva

---

**Franović, Kristina**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:609032>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Kristina Franović

# **TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE PIVA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2016.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Kristina Franović

# **TEHNOLOGICAL PROCESS OF BREWING**

Final paper

Karlovac, 2016.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Kristina Franović

# **TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE PIVA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:  
Peternel Igor, dr.sc.

Karlovac, 2016.

# VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: sigurnost i zaštita

Karlovac, 2016

## TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE PIVA

Student: Kristina Franović

Naslov: Tehnološki proces proizvodnje piva

Opis zadatka: 1. Uvod

2. Tehnološki procesi

3. Proizvodnja piva

4. Opasnosti, štetnosti i mjere zaštite

5. Prva pomoć

6. Zaključak

7. Literatura

Zadatak zadan:

07/2015.

Rok predaje rada:

05/2016.

Predviđeni datum obrane:

05/2016.

Mentor:

Dr.sc. Igor Peternel

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Mr. sc. Snježana Kirin, viši predavač

## **PREDGOVOR**

Zahvaljujem mentoru, dr.sc. Igoru Peternelu na podršci i savjetima koje mi je tijekom završnog rada pružao. Posebna zahvala mr.sc. Snježani Kirin, dipl.ing. koja mi je dodijelila temu rada i pomogla mi da krenem sa pisanjem. Hvala kolegama i profesorima Veleučilista u Karlovcu, Odjel sigurnosti i zaštite, na pomoći, podršci i prenesenom znanju tijekom cijelog studiranja. Želim spomenuti i nesebičnu pomoć svojih prijatelja Vlatke i Ivana. Veliko hvala mojoj obitelji i rođakinji Dunji Mance koji su mi omogućili da upišem studij te mi dali veliku podršku, financijsku pomoć i prije svega vjerovali u mene i podržavali me od početka do kraja.

Hvala Vam!

## **SAŽETAK**

Pivo je alkoholni napitak koji nastaje alkoholnim vrenjem hmelja, slada, vode i pivskog kvasca. Slad se dobiva od žitarica i o njemu ovise punoća okusa i koncentracija osnovnog ekstrakta piva. Hmelj konzervira pivo i daje mu ugodan miris i gorak ukus, dok pivski kvasac izaziva alkoholno vrenje u kojem šećer prelazi u alkohol i ugljikov dioksid. Tehnološki proces se realizira u proizvodnom sustavu koji sadrži radna mjesta definirana prema zahtjevima i potrebama proizvodnje. Tehnološki proces proizvodnje piva je vrlo složen i zahtjeva izuzetne mjere zaštite. Opasnosti su prisutne u procesu rada, u radnom okolišu, zbog ljudskog faktora i od strojeva i opreme. Rizike od ozlijeda moguće je spriječiti poznavanjem propisanih mjera zaštite i korištenjem osobnih zaštitnih sredstava.

## **KLJUČNE RIJEČI:**

Proizvodnja piva, tehnološki procesi, zaštita na radu, štetne tvari, osobna zaštitna sredstva.

## **ABSTRACT**

Beer is an alcoholic beverage that is produced by alcoholic fermentation of hops, malt, water and brewer's yeast. Fullness of taste and basic extract of beer depends on quality of malt. Hops preserves beer and gives it delightful smell and bitter taste while brewer's yeast causes fermentation, a metabolic process that converts sugar to alcohol and carbon dioxide. Technological process is implemented in production system that includes jobs defined by requirements and production needs. That process of production beer is very complex and requires strict protection measures. Work process is very dangerous just like work environment, human mistakes, machinery and equipment. Risk of injury can be prevented by knowledge of the prescribed protection measures and using personal protective equipment.

## **KEYWORDS:**

Brewing, technological process, work safety, toxic substances, personal protective equipment.

## SADRŽAJ

ZAVRŠNI ZADATAK.....	I
PREDGOVOR.....	II
SAŽETAK.....	III
SADRŽAJ.....	IV
1. UVOD.....	1
2. TEHNOLOŠKI PROCESI.....	2
3. PROIZVODNJA PIVA.....	4
3.1. SHEMATSKI PRIKAZ PROIZVODNJE PIVA.....	4
3.2. SIROVINE ZA PROIZVODNJU PIVA.....	6
3.2.1. Voda.....	6
3.2.2. Slad.....	6
3.2.3. Hmelj.....	6
3.2.4. Pivski kvasac.....	7
3.3. PROCES PROIZVODNJE PIVA.....	7
3.3.1. Tehnologija slada.....	7
3.3.1.1. Proizvodnja sladovine.....	9
3.3.2. Tehnologija piva.....	13
3.3.2.1. Bistrenje i istakanje piva.....	15
3.3.2.2. Punjenje boca.....	16
4. OPASNOSTI, ŠTETNOSTI I MJERE ZAŠTITE.....	18
4.1. OPASNOSTI I ŠTETNOSTI.....	18
4.1.1. Opasnosti u procesu rada.....	18
4.1.2. Opasnosti u radnom okolišu.....	19



4.1.3. Opasnosti zbog ljudskog faktora .....	19
4.1.4. Opasnosti od stroja ili opreme .....	19
4.2. OPASNE RADNE TVARI .....	20
4.3. MJERE ZAŠTITE .....	24
4.3.1. Pravila zaštite na radu.....	24
4.3.2. Osobna zaštitna sredstva.....	25
4.3.3. Znakovi opasnosti, obveze, zabrane i informacije .....	29
4.3.3.1. Znakovi zabrane.....	29
4.3.3.2. Znakovi informacije.....	30
4.3.3.3. Znakovi opasnosti.....	30
4.3.3.4. Znakovi obveze.....	31
5.PRVA POMOĆ .....	33
6. ZAKLJUČAK .....	34
7. LITERATURA.....	35

## 1. UVOD

Pivo je jedno od najpopularnijih i najstarijih alkoholnih pića u povijesti, koje se dobiva nepotpunim vrenjem vodenog ekstrakta ječmenog slada uz dodatak hmelja. Proizvodi se procesom alkoholnog vrenja iz slada, hmelja, vode i pivskog kvasca. Glavni dio napitka je voda pa stoga pivo sadrži mali udio alkohola. Slad se dobiva od žitarica, najčešće od ječma i daje pivu sastojke ekstrakta o kojem ovise punoća okusa i koncentracija osnovnog ekstrakta piva. Hmelj konzervira pivo i daje mu ugodan miris i gorak ukus, dok pivski kvasac izaziva alkoholno vrenje u kojem šećer prelazi u alkohol i ugljikov dioksid. Pivo je potpuno prirodan, biološki uravnotežen napitak te bogat izvor biološki aktivnih sastojaka poput vitamina, minerala i antioksidansa I kao takvog ga se s pravom smatra "tekućom hranom". Zbog tajanstvenog postupka fermentacije i sposobnosti piva da promijeni stanje uma vjerovalo se da pivo ima nadnaravna svojstva te da je dar bogova.

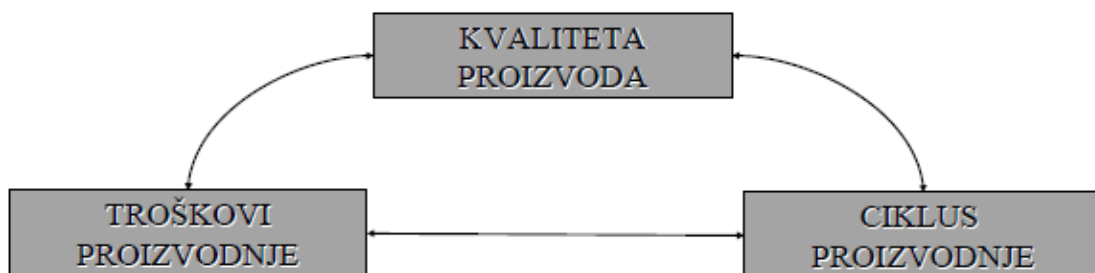
Proizvodnja piva odvija se u više faza koje su međusobno ovisne pa su potrebni stalan nadzor i dobra organizacija. U tehnološkom procesu proizvodnje uz upravljanje sirovinama i ljudskim resursima, potrebno je posebnu brigu posvetiti sigurnosti radnika. Svaki radnik mora biti upoznat sa zaštitom na radu, kako bi se pojava ozlijeđa i oštećenja svela na minimum. Uz pisana pravila zaštite, radna mjesta označena su i znakovima koji jasno ističu mjesto i vrstu opasnosti. Važno je da se radnik ne upušta u djelatnosti za koje nije osposobljen i da svjesno i odgovorno pristupa svakoj radnji.

U nastavku ovog rada detaljnije su objašnjeni tehnološki procesi proizvodnje piva, opasnosti koje su prisutne u procesu, štetnosti i mjere zaštite.

## 2. TEHNOLOŠKI PROCESI

Svaka proizvodnja zasnovana je na tehnološkom procesu o kojem ovise kvaliteta i cijena konačnog proizvoda. Tehnološki proces se realizira u proizvodnom sustavu koji sadrži radna mjesta definirana prema zahtjevima i potrebama proizvodnje. Ključna osoba zadužena za ispravan tehnološki proces je tehnolog. Zadatak tehnologa je neprestan pokušaj unaprjeđenja procesa u cilju postizanja što boljeg uspjeha u poslovanju. Nakon što provede temeljnu analizu podataka koje preuzima od konstruktora prije početka proizvodnje, odabire sirovine koje najbolje ispunjavaju zahtjeve proizvodnje. Sljedeći korak je definiranje najboljeg redoslijeda izvršavanja radnih operacija u cjelokupnom procesu i na osnovi toga podjela radnih mjesta uz dodjelu odgovarajućih alata.

Svaki proces nosi rizike pa je potrebno obaviti pomno planiranje prije početka proizvodnje. Planiranjem se odabiru metode i način na koji će one biti provedene tijekom proizvodnje, da bi se ulazne sirovine uspješno transformirale u gotov proizvod. Uspješno planiranje rezultira proizvodnjom čiji su glavni parametri: optimalna kvaliteta, optimalni troškovi i optimalni ciklus proizvodnje. Rezultati planiranja pohranjeni su u tehnološkoj dokumentaciji koja sadrži točno definirane korake i uvjete realizacije svakog pojedinog koraka.



Slika 1. Parametri uspješne proizvodnje

Ukupno vrijeme potrebno za izvođenje svih aktivnosti u procesu naziva se ciklus izrade. Ciklus izrade je zbroj trajanja dva vremena. Prvo vrijeme je trajanje tehnološkog ciklusa, a drugo vrijeme je trajanje svih prekida u procesu čije trajanje je poznato. U prekide su uključeni transport, međuskladištenje i kontrola.

Količina proizvoda, struktura i dimenzije te njihovo ponavljanje su kriteriji koji određuju o kojem se tipu proizvodnje radi. Kriteriji su međusobno zavisni pa se ne mogu isključivati i na

temelju samo jednog određivati tip proizvodnje. Proizvodnja može biti: pojedinačna, serijska i masovna.

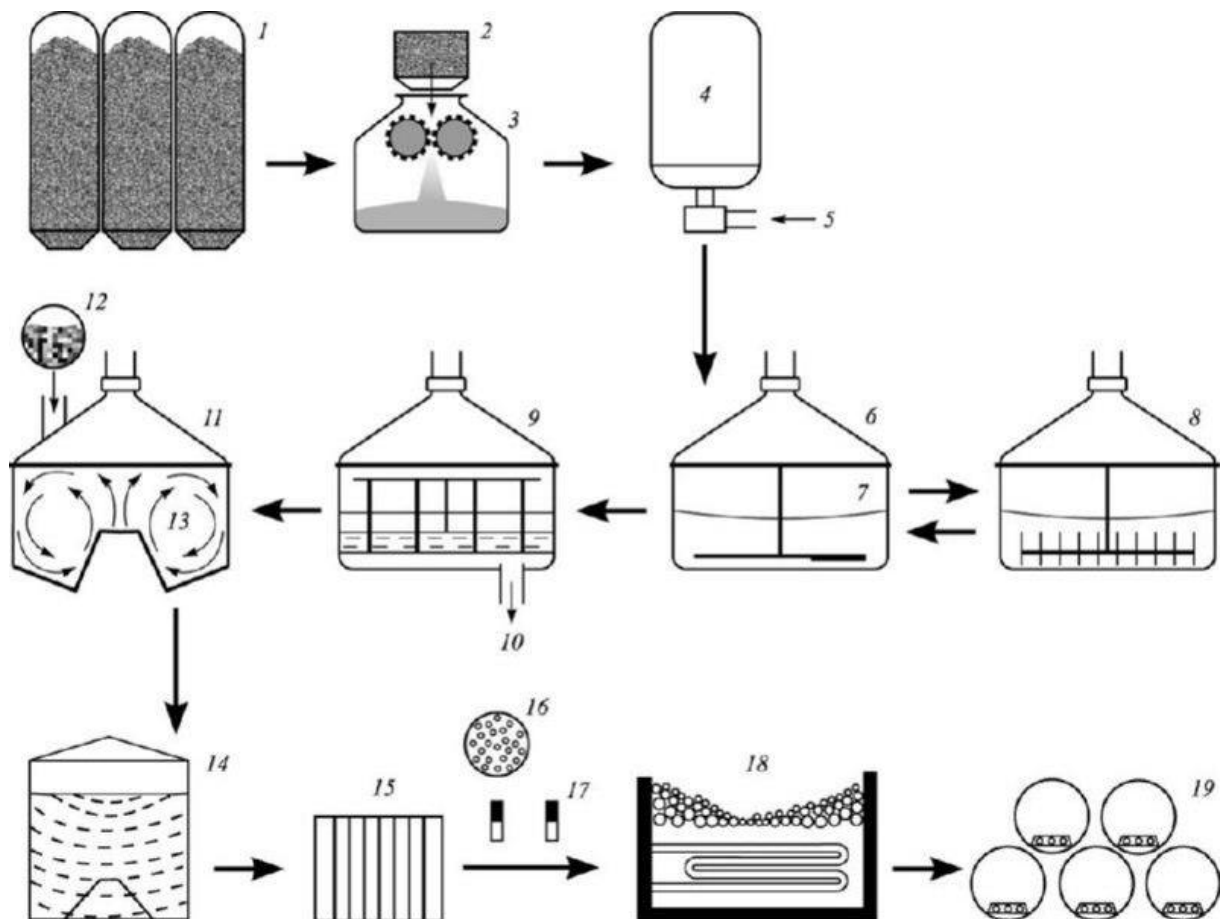
- **Pojedinačna** – proizvodnja se obavlja samo jednom ili se planira pojedinačno u određenim vremenskim intervalima. Najveća efikasnost se postiže istovremenom proizvodnjom više jednakih dijelova, ako će oni biti potrebni u daljnoj proizvodnji što znači da je potrebno dobro planiranje prije početka. Pošto je potrebno opsežno planiranje, potrebno je više vremena i finansijskih sredstava. Kapaciteti se najbolje iskorištavaju međupogonskom kooperacijom, a konačni proizvod je uglavnom namijenjen već poznatim kupcima.
- **Serijska** – istovremeno se proizvode strukturno jednaki dijelovi. Troškovi proizvodnje po jedinici proizvoda su manji nego kod pojedinačne proizvodnje jer su dijelovi uglavnom unificirani. Proizvodni kapacitet je podijeljen na specificirana radna mjesta, a pošto se svaka faza proizvodnje odvija u zasebnim pogonima međupogonska kooperacija gotovo i ne postoji. Ovaj tip proizvodnje je najrašireniji jer pokriva široko područje proizvoda koji su najčešće u uporabi.
- **Masovna** – tijekom duljeg vremenskog perioda proizvode se konstrukcijski jednaki proizvodi u velikim količinama. Vrlo mali je trošak proizvodnje po jedinici proizvoda zbog velike količine. Visoka efikasnost postiže se specijaliziranom opremom, proizvodni kapaciteti podijeljeni su na automatizirane linije, a transport se obavlja skladno s proizvodnjom. Opremu je potrebno redovito pregledavati i servisirati kako ne bi došlo do neočekivanih zastoja koji bi prouzročili neželjene gubitke u poslovanju.

Proizvodnja piva svrstava se u masovni tip proizvodnje.

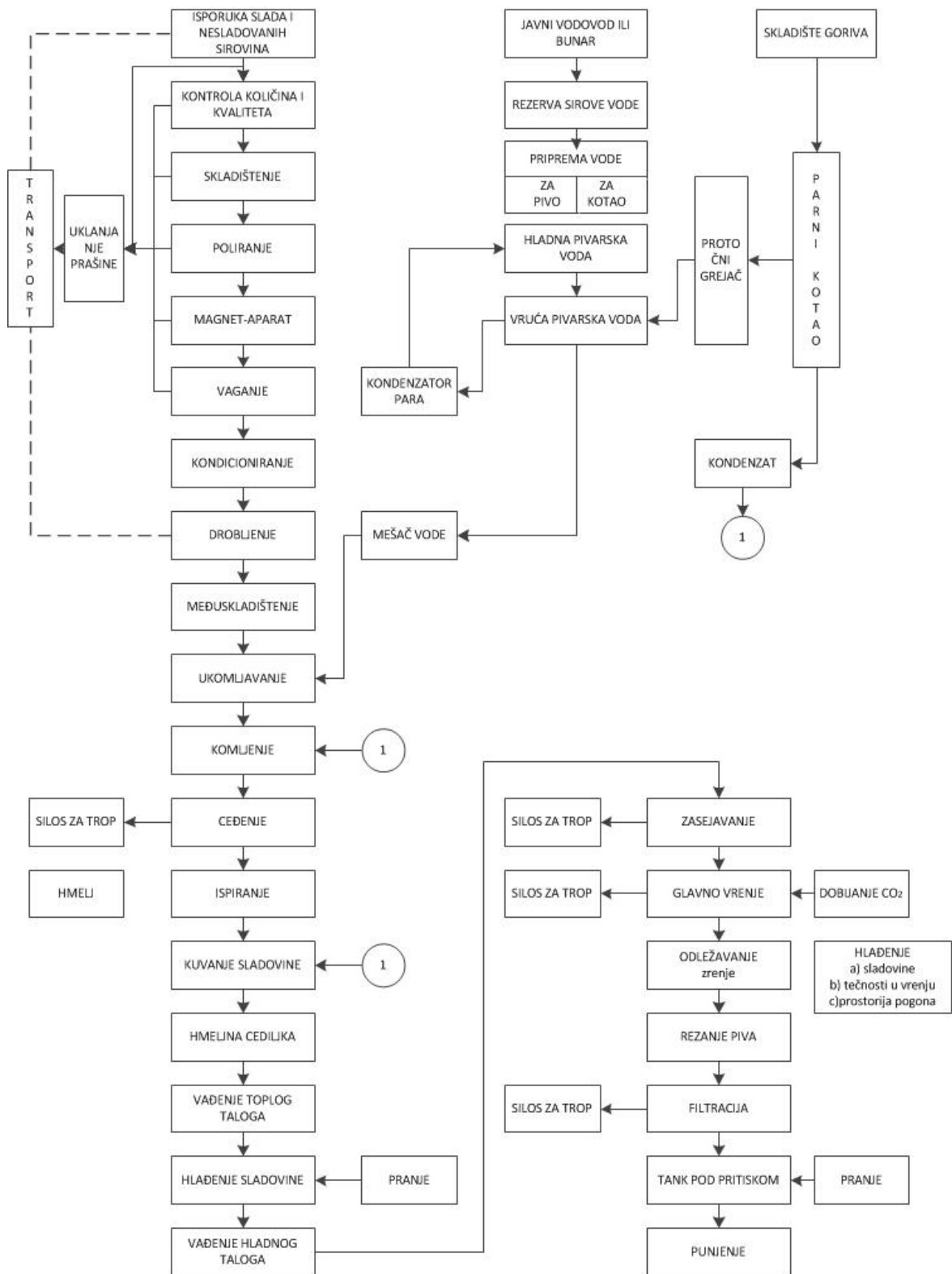
### 3. PROIZVODNJA PIVA

#### 3.1. SHEMATSKI PRIKAZ PROIZVODNJE PIVA

Slika ispod prikazuje faze u proizvodnji piva. Skladištene sirovine idu na vagu, a zatim u mlin za slad. Sladna prekupa pomiješana sa toplom vodom ide na hidrolizu, ukomvljavanje i ošećerenje. Slatka komina nakon kuhanja se postavlja u kadu za cijedenje gdje se odvaja trop. U kotlu za kuhanje slatkoj komini se dodaje hmelj i tako nastaje sladovina. Nakon bistrenja u taložniku, sladovina se hladi pa joj se dodaju kvasac i zrak. Nakon stajanja u fermentoru za glavno vrenje mlado pivo se skaldišti u tankove za odležavanje.



Slika 2. Shematski prikaz proizvodnje piva



Slika 3. Tehnološka shema proizvodnje piva

## **3.2. SIROVINE ZA PROIZVODNJU PIVA**

Pivo se proizvodi alkoholnim vrenjem četiri glavna sastojka: vode, slada, hmelja i pivskog kvasca.

### **3.2.1. Voda**

Voda je glavni dio svih napitaka i služi kao rastvarač, ujedno je jedna od osnovnih sirovina za proizvodnju piva jer je najviše po količini zastupljena u finalnom proizvodu. Sastav vode koja se upotrebljava za proizvodnju sladovine utječe na kvalitetu piva. U prirodnoj vodi uvijek postoji manja ili veća količina raznih rastvorenih soli. Soli iz vode predstavljaju tek neznatan dio ekstrakta piva (0,3-0,5 g/l) ali one izrazito utječu na okus piva. Mineralne materije vode ne utječu toliko neposredno na okus piva, koliko posredno, svojim utjecajem na enzimske i koloidno-kemijske reakcije, do kojih dolazi u toku procesa proizvodnje piva. Kvaliteta pivarske vode je jedan od najvažnijih faktora dobre kvalitete piva. Voda mora biti mikrobiološki ispravna, mora ispunjavati određena mineralna svojstva, bistra, bezbojna i bez mirisa.

### **3.2.2. Slad**

Slad daje pivu sastojke ekstrakta o kojem ovisi punoća okusa i koncentracija osnovnog ekstrakta piva. Slad je osnovna sirovina za proizvodnju piva koja se proizvodi od pivskog ječma procesom sladovanja. Sladovanje je klijanje žita u kontroliranim uvjetima iz kojeg se termičkom obradom dobiva zeleni slad, koji se nakon procesa sušenja može koristiti za dobivanje piva. Žitarice koje se koriste za sladovanje su ječam i pšenica, ali mogu se koristiti i kukuruz, riža, raž i proso.

### **3.2.3. Hmelj**

Hmelj se kao sirovina dodaje u malim količinama i koristi se kao izvor gorkih tvari u pivu gotovo tisuću godina. Ipak, današnji hmelj je također rezultat pažljivog križanja s ciljem povećanja prinosa, udjela gorkih sastojaka (alfa kiselina) i eteričnih ulja, te otpornosti na bolesti hmelja (npr. pepelnicu). Ima ulogu u konzerviranju piva, daje pivu ugodnu aromu i prepoznatljiv specifičan gorak okus, ali utječe i na stabilnost pjene i fiziološka i terapijska djelovanja piva. Za dobivanje piva se koriste samo češeri hmelja. U jednom češerui se može

razviti do pet cvjetova. Jedna biljka može razviti preko tri tisuće češera, a panj hmelja zove se orašac.



Slika 4. Hmelj

#### **3.2.4. Pivski kvasac**

Pivski kvasac se dodaje kako bi izazvao proces alkoholnog vrenja u kojem šećer prelazi u alkohol i ugljikov dioksid. Uglavnom se koriste čiste pogonske kulture kvasaca, sa izuzecima kod proizvodnje piva koja se proizvode spontanom fermentacijom. Pivovare same pripremaju i čuvaju laboratorijske čiste kulture kvasaca.

### **3.3. PROCES PROIZVODNJE PIVA**

U procesu proizvodnje piva odvijaju se sljedeće operacije: priprema sladovine, fermentacija, odležavanje, filtracija i punjenje. Sve te operacije sadržane su u dvije faze proizvodnje, prva faza je tehnologija slada, a druga je tehnologija piva.

#### **3.3.1. Tehnologija slada**

Tehnologija slada obuhvaća sljedeće operacije:

- a) **Čišćenje i sortiranje ječma.** Tijekom ove faze vrši se čišćenje, sortiranje, mjerenje, skladištenje i transport ječma do sladare.



- b) **Močenje i klijanje ječma.** Močenje ječma se obavlja radi osiguravanja dovoljne količine vode za klijanje, pri čemu se uklanjaju štetne gljivice sa površine zrna pa zrno nabubri od vlage. Ječam se prepumpava u očišćene močionike napunjene vodom. Ječam koji je imao 15% vlage, poslije 48 h namakanja na temperaturi od 10 do 20°C povećava vlažnost do 45%. Poslije završene faze močenja navlaženi ječam se prebaci na klijalista. Proces klijanja traje do sedam dana, na temperaturi od 12 do 18° C. Osnovna uloga klijanja je aktiviranje enzima(prije svega amilolitičkih enzima) u zrnu. Tijekom narednih tjedan dana ječam klija pa se proces umjetno zaustavlja sušenjem. Za klijanje u proizvodnji pivarskog slada služe dva tipa klijalista: podna i pneumatska.
- c) **Sušenje zelenog slada.** Nakon završenog klijanja ječma dobiva se zeleni slad koji predstavlja sredstvo za ošećerenje prilikom proizvodnje alkohola. Osnovni razlog sušenja zelenog slada je dobivanje aromatičnih i obojanih materija. Početna temperatura za sušenje zelenog slada je 35°C. Temperatura sušenja ovisi o tipu slada. U toku sušenja nastaje boja koja je proizvod melanoida nastalih reakcijom šećera i aminokiselina slada. Sušenje slada po fazama traje od 24 do 48 h ovisno o vrsti i tipu slada koji želimo proizvesti, a konačni cilj je smanjenje sadržaja vlage sa 42% na 4 do 5% i osiguravanje dovoljno enzima za odvijanje tehnoloških procesa u toku ukomljavaanja sirovina. Temperatura na kojoj se ječam suši je veoma bitna jer npr. za tamna piva temperatura prelazi 100°C, dok je za svijetle lagere oko 80°C
- d) **Poliranje.** U ovoj fazi se osušeni slad očisti od klica, polira i ostavlja u skladištu 21 dan. Nakon tih dana on se transportira do pivovare, gdje počinje proizvodnja sladovine. Manje pivovare uglavnom kupuju već tako pripremljen slad, dok veće imaju svoja postrojenja za klijanje i sušenje.

### 3.3.1.1. Proizvodnja sladovine

Proizvodnja sladovine prikazuje proces proizvodnje sladovine u klasičnoj pivovari koji se može podijeliti na sljedeće faze:

1. Drobljenje slada
2. Ukomljavanje ili ekstrakcija slada
3. Filtracija sladovine
4. Varenje i hmeljenje sladovine
5. Hlađenje i bistrenje sladovine

- 1. Drobljenje slada.** Drobljenje slada predstavlja mehaničku pripremu slada za ekstrakciju. Glavni zadatak drobljenja slada je olakšavanje i ubrzavanje fizičkih i biokemijskih procesa rastvaranja sadržaja zrna u toku ukomljavanja radi maksimalno moguće pretvorbe ekstraktivnih materija u sladovinu. Drobljenje slada se obavlja kako bi voda lakše prodrla do zrna slada i izvršila ekstrakciju rastvorljivih komponenti i enzimsku razgradnju makromolekularnih sastojaka. Slad mora biti čist, sortiran i sadržavati jednolična zrna.
- 2. Ukomljavanje ili ekstrakcija slada.** Komljenje predstavlja intenzivno miješanje prekrupe (dobiva se drobljenjem slada) i vode, gdje se vrši kontroliranje enzimske razgradnje rastvorljivih komponenti sirovina. Pored slada, ovdje u proces pripreme piva, ulazi i voda koja čini najveći dio svakog piva. Kao rezultat komljenja dobivaju se ekstrakti, u zavisnosti od tipa proizvodnje piva, i ošćerena komina koja predstavlja smjesu vode i rastvorenih sastojaka iz sirovina i nerazgrađenih dijelova zrna. Različite temperature rezultiraju sladovinom veće ili manje fermentabilnosti (udjelom šećera koje će kvasci fermentirati u CO<sub>2</sub> i alkohol). Tako niže temperature unutar raspona djelovanja enzima za konverziju škroba stvaraju više fermentabilnih šećera, dok više temperature stvaraju manje fermentabilnih, a više nefermentabilnih šećera. Ovaj podatak nam je iznimno važan jer o njemu ovisi kakvo pivo ćemo dobiti (suho pivo ili pivo punog okusa).



Slika 5. Dodavanje vode u kotao sa sladom

**3. Filtracija sladovine.** Filtracijom omogućavamo potpuno otklanjanje kvasca iz piva. Pošto su u toku procesa ukomljavanja i kuhanja sve rastvorene materije prešle u sladovinu, nužno je da se ona odvoji od nerastvorenih dijelova trebera. Postupak filtracije se vrši u dvije faze: prva faza je nabubrenje prve sladovine, koja ima veću koncentraciju osnovnog ekstrakta i druge faze - ispiranje ekstrakta iz trebera koje se vrši putem ekstrakcije sa toplom vodom.

Pivski treber sadrži sve one materije koje prilikom ukomljavanja slada i kuhanja ne prelaze u rastvor, nego su ostale nerastvorene. U njemu se u prvom redu nalaze pljevice zrna, nerastvorenih bjelančevina aleuronskog sloja zrna, nešto zaostalog škroba što se nije razgradio u toku kuhanja, te mala količina nerastvornog ekstrakta koji pri ispiranju nije prešao u sladovinu.

**4. Kuhanje sladovine s hmeljom.** Kuhanje sladovine s hmeljom je naredni korak u kojem se odvijaju slijedeći procesi i operacije: upravljanje viškom vode i regulacija sadržaja ekstrakta, inaktivacija enzima i mikroorganizama, koagulacija proteina, uklanjanje nepoželjnih sastojaka, sinteza ujedinenja i dodavanje hmelja. Hmeljenjem dolazi do ekstrakcije gorkih komponenti i njihove termičke transformacije ujedinenja karakteristične gorčine. Hmeljna ulja smanjuju površinski napon sladovine, aromatične komponente, a tanini daju okus i miris sladovini. Kuhanje se obavlja u kotlovima na atmosferskom ili povišenom tlaku. Kod kuhanja sladovine s hmeljom prelaze gorke i aromatske materije u sladovinu, a bjelančevine se izdvajaju u krupne pahuljice koje se postepeno talože i sladovina se bistri. Dodatkom hmelja postiže se ekstrakcija slada koja utječe na kvalitetu piva (okus, biološku stabilnost, pjenu).

Kuhanje sladovine traje obično 1,5-2h. Predugo kuhanje uzrokuje pojačanje boje sladovine, a prekratko djeluje nepovoljno jer ne može dovesti do izdvajanja visokomolekularnih bjelančevina koje izazivaju slabo bistrenje sladovine i zamućenje piva. Kraj kuhanja se praktično određuje prema koncentraciji ekstrakta u sladovini, prema izdvajanju bjelančevina u vidu pahuljica i prozirnosti vruće sladovine. Kuhanjem se također uništavaju i svi enzimi u sladovini čime se osigurava stabilnost kemijskog sastava sladovine prije vrenja. U sladovini i u pivu nalaze se materije koje se vežu sa kisikom i stvaraju nerastvorni oblik taninsko-bjelančevinskih kompleksa koji su uzročnici zamućenja piva uslijed dugog stajanja, zbog toga je važno da u sladovini postoje supstance koje mogu suzbiti oksidaciju koja nastaje u dodiru sa zrakom. Ove supstance su tzv. reduktori, dolaze sa sirovinama u sladovinu, i stvaraju se u procesu kuhanja.



Slika 6. Kotlovi za kuhanje sladovine

Količina hmelja koja se dodaje u sladovinu varira od 200-500g po hektolitr piva. Faktori koji utječu na potrebnu količinu su: zahtjevi i ukusi potrošača, kvaliteta hmelja, tip i vrsta piva, sastav vode i kvaliteta slada. Svjetla piva u odnosu na tamna zahtjevaju 20-30% više hmelja po hektolitr piva jer trebaju imati hmeljnu gorčinu, dok su tamna piva slabog aromatičnog okusa.

Nakon završenog kuhanja hmeljna sladovina se prepumpava preko cjedila za hmelj u taložnjak. Na dnu hmeljnog cjedila nalaze se sita u kojima ostaje hmeljni trop i dio koaguliranih bjelančevina, a bistra sladovina izlazi kroz sita i odlazi do taložnjaka. Hmeljni

trop koji ostaje u cjedilu sadrži dosta upijene sladovine koja se ispire toplom vodom pa se na 1kg dodanog hmelja nalazi 6-7 l sladovine.

**5. Hlađenje i bistrenje sladovine.** Zadatak procesa hlađenja je snižavanje temperature koja odgovara potrebama početnog stupnja vrenja i zasićivanje kisikom iz zraka u cilju postizanja vrenja. Osim toga treba se izdvojiti talog kako bi se dobila bistra sladovina kao jedna od osnovnih pretpostavki za pivo visoke kvalitete. U sladovini koja dolazi na hlađenje nalaze se bjelančevine koje čine fini talog. Snižavanjem temperature one se talože kao i druge materije. Za vrijeme hlađenja sladovina se mora zasititi kisikom iz zraka i osloboditi grubog taloga. Zbog ovog zahtjeva sladovina se hladi u dvije faze pa dobivamo dvije vrste taloga - vrući i hladni talog.

Vrući talog koagulira u vidu krupnih pahuljica prilikom taloženja sladovine. Sastav vrućeg taloga je:

50-60% bjelančevina

15-20% smole od hmelja

20-30% drugih organskih materija

3-20% pepela

Sladovina pod pritiskom pumpe ulazi u taložnjak i tom prilikom dolazi do njenog kružnog kretanja. Uslijed toga formira se talog u centru posude u obliku kupe koja ostaje na dnu nakon ispuštanja sladovine.

Hladni talog se počinje izdvajati na temperaturi ispod 60° C, a čine ga 60-70% bjelančevina, dok su ostatak taninske materije. Za otklanjanje hladnog taloga koristi se Venturijska cijev, tj. proces koji se zove flotacija. Flotacijom se iz rashlađene sladovine ubrizgavanjem zraka pomoću Venturijske cijevi izdvoje grubi talog. U tanku se zbog toga stvara pjena koja se penje prema gornjim slojevima i površini, noseći za sobom hladni talog. Sa zrakom se kroz cijev istovremeno dodaje i kvasac pa se na taj način vrši aeracija i istovremeno dodavanje kvasca pa se poslije toga sladovina pumpa na vrenje.

Bistrenje ošeećerene komine je faza u kojoj se koriste bistrionici ili filter-preše kako bi se odvojio tečni dio od čvrstog djela. U toku procesa bistrenja sladovina veže kisik fizički i kemijski, što djeluje na povećanje boje. Kod viših temperatura dolazi do kemijskog vezivanja kisika, a kod nižih kisik se rastvara sve dok rastvor ne postane zasićen. Šećera u sladovini ima daleko više nego drugih ekstraktivnih materija, zbog

čega se u toku hlađenja kisik uglavnom veže sa šećerom. Odležavanje sladovine osigurava stabilnost okusa i bistroće na temperaturi od 0-2°C.

### 3.3.2. Tehnologija piva

Osnovu tehnologije dobivanja piva sačinjava alkoholno vrenje. Proces vrenja je životna pojava disanja kvasca kojom dolazi do razgradnje šećera u alkohol i ugljikov dioksid.



Nakonadno se i nova teorija prema kojoj treba alkoholno vrenje promatrati kao posljedicu djelovanja enzima, a kvasac je neophodan kao nosioc enzima vrenja. Enzim koji se nalazi u kvascu dobio je ime cimaza. Uzročnici svih vrsta vrenja su mikroorganizmi koji proizvode enzime kao specifične izazivače kemijskih promjena. Sve te mikroorganizme možemo podijeliti u tri glavne grupe: kvasce, bakterije i plijesni. Za proizvodnju piva koriste se pivski kvasci. Kvasci su jednoćelijski organizmi elipsoidnog, uglastog, ovalnog, ili duguljastog oblika, koji se redovno razmnožavaju pumpanjem. U nepovoljnim prilikama kada kvasci ne raspolažu sa dovoljno hranjivih materija razmnožavaju se sporama koje nastaju unutar ćelija. U pivarstvu se kvasci dijele na pahuljaste i praškaste. Pahuljasti kvasci imaju niži stupanj vrenja sladovine jer se zgrušavaju u pahuljice i imaju manju kontaktnu površinu sa sladovinom. Praškasti kvasci imaju viši stupanj vrenja sladovine, jer je veća površina njihovih ćelija u kontaktu sa sladovinom. Ovi kvasci imaju određene osobine značajne za tijek alkoholnog vrenja.

Na sladovini prilikom vrenja dolazi do vidnih promjena. Te promjene se mogu podijeliti na sljedeće faze: niska bijela pjena, srednja pjena, visoka pjena, opadanje pjene te hlađenje i taloženje.

Kod faze niske bijele pjene prvi znaci vrenja se pokazuju stvaranjem bijelog pokrivača od pjene koju stvara ugljikov dioksid, koji se oslobađa prilikom vrenja i prelazi u atmosferu. Pjena postaje gušća i podsjeća na pavlaku. Pri kraju ove faze vrenja počinju se nakupljati male količine hmeljnih smola i bjelančevinskih materija.

U fazi srednje pjene mjehurići ugljikovog dioksida razvijaju se intenzivnije i nastaje gusta kompaktna pjena koja se počinje podizati. Uslijed pojačanog izdvajanja hmeljnih smola,

pjena dobiva žućkasto-smeđu boju. Boja ovisi o kemijskom sastavu i koncentraciji sladovine, sorti kvasca i količini hmelja.

Faza visoke pjene predstavlja fazu najintenzivnijeg zrenja. U ovoj fazi temperatura dostiže maksimum, a nastajanje pjene je najintenzivnije. Nakon 72h pjena je visoka sa krupnim mjehurima i počinje pucati.

Faza opadanja pjene je karakteristična po tome što u njoj pored smjenjivanja pjene i njenog postepenog propadanja dolazi do flokulacije pjene i bistrenja piva. Pjena se postepeno gubi i na kraju površina piva ostaje pokrivena tankim slojem pjene, postaje smeđa, sadrži sve manje CO<sub>2</sub> i intenzitet vrenja se smanjuje. Proizvod dobiven na kraju ove faze naziva se "mlado pivo".

U fazi hlađenja i taloženja se pivo hladi kako bi se ubrzalo taloženje kvasca i postigla temperatura 4-5° C. Za određivanje završetka glavnog zrenja služi stupanj prevrelosti i vanjski znakovi na površini sladovine, odnosno "mladog piva". Pivo se uzima u čašu volumena 50ml i kada se dobro prosvijetli treba pokazivati suspendirane čestice na dnu i to bi bio znak da se dobro izbistrilo i da je proces glavnog vrenja završen.

Vrenje se odvija u dvije faze koje se mogu nazvati glavno i naknadno vrenje.

Tokom glavnog vrenja najveća količina šećera prelazi u alkohol. Ovo vrenje se obavlja u vrioništu, u zatvorenim ili otvorenim tankovima i traje od 5 do 10 dana. Glavno vrenje se obavlja na različitim temperaturama, u zavisnosti da li se koriste kvasci gornjeg ili donjeg vrenja.

Za naknadno vrenje karakteristična je lagana fermentacija šećera, pri kojoj se odigravaju isti procesi kao kod glavnog vrenja, ali oni teku sporije. Brzina biokemijskih reakcija procesa se smanjuje uslijed nižih temperatura i manjeg broja ćelija kvasca po jedinici zapremine piva, jer se glavni dio kvasca uklanja po završetku glavnog vrenja. U toku naknadnog vrenja oksido-redukcijski potencijal piva opada, tom prilikom dolazi do oksidacije nestabilnih materija, uslijed čega se pojavljuje fino oksidacijsko zamućenje, koje se samo djelomično odstranjuje filtracijom, a ostatak se otklanja prirodnim taloženjem. Ovo bistrenje piva predstavlja drugu fazu vrenja u kojoj ćelije kvasca apsorbiraju bjelančevine zamućenja i druge suspendirane materije koje padaju na dno. U toku naknadnog vrenja koaguliraju se bjelančevine, taninske materije i hmeljne smole. U toku zrenja mijenja se okus mladog piva, dolazi do smanjenja gorčine što se objašnjava procesom koagulacije i razgradnje hmeljnih smola.

### 3.3.2.1. Bistrenje i istakanje piva

Poznato je da tijekom procesa glavnog vrenja i zrenja dolazi do određenih fizičko-kemijskih i organo-leptičkih promjena u sastavu i osobinama piva. Pivo se bistri, ćelije kvasca i druge suspendirane materije bjelančevinsko-taninskog kompleksa se talože, a oslobođeni ugljikov dioksid se veže za pivo tako da poprima svoj konačan sastav, okus i druge osobine. Filtrirano pivo treba biti kristalno bistro, sa potrebnom trajnosti, okusom i ostalim karakteristikama. Radi toga, filtracija ima veliki značaj kao posljednja faza proizvodnog procesa, jer tek filtrirano pivo ima sve one karakteristike koje traže potrošači.

Danas se u svijetu u cilju postizanja bistrenja piva primjenjuju dva osnovna postupka: separacija piva i filtracija piva.

Bistrenje piva na separatoru odvija se na osnovi centrifugalne sile. Poznato je da sladovina i pivo sadrže izvjesne čestice različite specifične težine koje se talože uslijed gravitacijske sile. Pivo dolazi pod tlakom u bubanj u kojem su smješteni rotirajući tanjuri. Tanjuri su smješteni na šuplje vreteno koje služi za ulaz piva. Po bubnju pivo prolazi između tanjura i osovine bubnja u prostor za taloženje. Krupne čestice se izdvajaju uslijed centrifugalne sile ka periferiji pa se na taj način vrši stvaranje taloga. Ovaj talog se u određenim vremenskim intervalima izbacuje. Pošto su separatori hermetički zatvoreni održava se konstantan tlak pa ne dolazi do gubitka piva ni smanjenja koncentracije ugljikovog dioksida.

Osnovna prednost filtracije piva je mogućnost oštrije filtracije i postizanje veće bistrine. Kvaliteta filtracije gotovog piva ovisi o pravilnom izboru i doziranju kisel-gura koji odgovara zahtjevima za postizanje određenog stupnja bistrine piva. U većini slučajeva čestice zamućenja koje treba odstraniti iz piva su male pa je potrebno stvoriti odgovarajući porozni sloj koji će ove čestice zadržati prilikom filtracije. Za filtriranje se obično koriste filterski ulošci koji su izrađeni kao ploča od celuloze i pamuka. Na filterskim ulošcima se formira prvo jedan naplavni sloj grubog kisel-gura, a zatim se nanosi kisel-gur finije granulacije koji formira filterski sloj koji zadržava čestice i na taj način omogućava da kroz filtracijske slojeve prolazi potpuno čist filtrat, oslobođen svih taložnih materija i ćelija kvasca.

Filtracija je posljednja faza u proizvodnom procesu, koji prethodi punjenju piva u bačve, boce i limenke pa je nužno da joj se posveti posebna pažnja.



### 3.3.2.2. Punjenje boca

Proces punjenja boca zadrži više operacija koje se moraju obaviti prije i poslije samog punjenja. Najprije je potrebno detaljno oprati i dezinficirati boce, zatim prekontrolirati prethodno oprane boce i tek onda se može pivo puniti u boce. Napunjene boce se zatvaraju odgovarajućim čepovima pa se lijepe etikete sa logom i opisanim sadržajem boce. Nakon svega toga boce trebaju odstajati kako bi se pivo stabiliziralo u njima. Filtrirano pivo dolazi u tankove pod tlakom u kojima se treba zadržati 8-12h prije punjenja. Zadržavanje piva u tankovima ima svrhu hlađenja piva na temperaturi 1-2°C kako bi se spriječilo pjenušanje u procesu otakanja piva. Pivo se puni pod izobarometarskim tlakom. Pod ovim pojmom se podrazumijeva konstanti protutlak ugljikovog dioksida kojim se omogućuje normalno punjenje piva i koji sprječava gubitak ugljikovog dioksida i oksidaciju piva.



Slika 7. Završni dio procesa proizvodnje piva

Punjenje se obavlja pod povišenim tlakom i može se podijeliti na dva osnovna principa:

- punjenje pod istim tlakom - kada se u boci i punjaču uspostavi isti tlak otvara se ulaz za pivo, nakon čega se uslijed razlike visina boca puni.
- punjenje pod diferencijalnim tlakom - pivo se potiskuje u boce pod dodatno povišenim tlakom.



Slika 8. Traka kojom putuju napunjene boce

Pivo se puni u staklenu, limenu i PET ambalažu.

## 4. OPASNOSTI, ŠTETNOSTI I MJERE ZAŠTITE

### 4.1. OPASNOSTI I ŠTETNOSTI

Tehnološki proces proizvodnje piva je vrlo složen i zahtjeva izuzetne mjere zaštite zbog opasnosti i štetnosti koje donosi sam proces. Najčešće opasnosti u radnom prostoru u samom tehnološkom procesu su : mehaničke opasnosti, opasnosti od padova i rušenja te pada sa visine, opasnost od električne struje, opasnosti od kemijskih tvari, prašine, mikroklime, nepravilne rasvjete, fizički napor i opasnosti pri radu sa računalom zato što je većina procesa automatizirana. Potencijalne opasnosti u proizvodnji piva mogu se pojaviti u gotovo svim proizvodnim koracima, počevši od samih sirovina pa do flaširanja gotovog proizvoda. U sirovinama su prisutni pesticidi i teški metala, a moguć je unos i razvoj patogenih mikroorganizama raznim putevima u pojedinim fazama proizvodnog postupka. Prijetnja su i zaostale količine upotrebljenih aditiva i kemikalija za čišćenje proizvodne opreme i ambalaže, prisustvo čvrstih nečistoća u gotovom proizvodu i sl. Zbog toga se u proizvodnji piva posvećuje izuzetna pažnja eliminaciji navedenih opasnosti te se korištenjem odgovarajućih proizvodnih i kontrolnih tehnika i postupaka potencijalne opasnosti svode u prihvatljive okvire. Često je to povezano sa dodatnom potrošnjom prirodnih resursa i energenata (značajna potrošnja vode za održavanje neophodnih higijenskih preduvjeta, potrošnja energije za pasterizaciju proizvoda i sl.), što dalje nažalost uzrokuje i značajnom povećanju negativnih okolinskih utjecaja proizvođača piva.

#### 4.1.1. Opasnosti u procesu rada

- **Nepotpune upute za rad ili za opasne kemikalije.** Upute su možda oštećene, nepotpune ili ih uopće nema. Razlog može biti i nedostupnost uputa ili neoznačenost strojeva i radne opreme.
- **Nedovoljno razrađen radni zadatak.** Preskakanje zadanih koraka u procesu, nedostatak istih ili riskiranje zbog nedostatka vremena.
- **Naporan rad.** Radno mjesto zahtjeva prečeste ručne operacije, učestalo podizanje tereta mase iznad 25 kg, monoton rad ili statičko opterećenje ili neprirodan položaj tijela na duži period.

#### 4.1.2. Opasnosti u radnom okolišu

- **Štetnosti na radnom mjestu.** Prevelika buka, previsok nivo vibracija, nedostatna ili neprikladna rasvjeta, previsoka temperatura, nepovoljni uvjeti, previše prašine ili neodgovarajući ventilacijski sustav.
- **Opasne tvari.** Udisanje para i aerosola opasne kemikalije, reakcije nekompatibilnih kemikalija, opasnost od otrova, opasni plinovi (NH<sub>3</sub>, CO, H<sub>2</sub>S..), gljivice, bakterije i virusi.
- **Opasnosti od požara i eksplozije.** Nepropropisno skladištenje gorivnih materijala, lako zapaljive tvari, eksplozivna atmosfera, nemogućnost brzog suzbijanja požara i evakuacije.
- **Opasnosti od transportnih sredstava.** Opasnost od svih vrsta viličara, kamiona, automobila i dizalica.

#### 4.1.3. Opasnosti zbog ljudskog faktora

- **Nepotpuno obavljene ili neusklađene akcije.** Pogrešno upravljanje, pričvršćivanje ili podešavanje. Nepotrebno brzanje ili kašnjenje.
- **Nedostaci kod osobne zaštitne opreme.** Neodgovarajuća ili oštećena radna oprema.
- **Obavljanje nepredviđenih poslova.** Odblokiranje i popravljavanje stroja ili nenadani nestanak napajanja.
- **Nedostatak vještina i informacija.** Nedostatan trening i teoretsko obrazovanje, nedostatak informacija i prekratko praktično osposobljavanje.
- **Nedostatak komunikacije.** Radnik radi sam bez druge osobe u blizini ili nema jasne komunikacije sa ostalim kolegama.

#### 4.1.4. Opasnosti od stroja ili opreme

- **Mehaničke opasnosti.** Zahvat stroja i njegovi rotacijski dijelovi, iznenadno pokretanje, nedostatak zaštitne naprave, oštri rubovi, oštećeni dijelovi, iznenadno oslobađanje tlaka, pad, rušenje, lom.
- **Toplinske opasnosti.** Vruće ili hladne neizolirane površine, iskre, otvoreni plamen.
- **Električne opasnosti.** Indirektni dodir preko kućišta, direktni dodir dijelova pod naponom, statički elektricitet.
- **Kemijske opasnosti.** Polijevanje ili gutanje opasnih kemikalija, izloženost parama i aerosolima

## 4.2. OPASNE RADNE TVARI

Opasne radne tvari su sve one tvari koje za vrijeme proizvodnje, rukovanja, transporta, skladištenja ili korištenja ispuštaju ili stvaraju infektivne, iritirajuće, zagušljive, toksične ili druge štetne prašine, dimove, plinove, magle, pare ili vlakna u količinama koje mogu dovesti do oštećenja zdravlja osoba koje s njima dolaze u dodir ili štetno djelovati na okoliš. Opasne tvari su i sve druge tvari koje na bilo koji način mogu ugroziti zdravlje i život ljudi i prouzročiti materijalnu štetu.

Uredba CLP uvela je nov sustav razvrstavanja i označivanja opasnih kemikalija u Europskoj uniji. Piktogrami su također izmijenjeni i u skladu su s Globalnim usklađenim sustavom Ujedinjenih naroda (GHS). Novi piktogrami u obliku su bijelog romba s crvenim okvirom te će zamijeniti stare narančaste kvadratne simbole koji su primjenjivani prema starom zakonodavstvu.



Slika 9. Izgled novih piktograma

Piktogrami i njihovo značenje:

### 1) PLINOVI POD TLAKOM

Simbol predstavlja spremnik plina u kojem se nalazi rashladni plin pod tlakom. Može eksplodirati ako se grije, može uzrokovati kriogene opekline ili ozljede.



Slika 10. Piktogram za plinove pod tlakom

## 2) EKSPLOZIVNO

Simbol predstavlja nestabilan eksploziv koji može izazvati veliku eksploziju. Također prijeti opasnost od požara, pucanja ili izbacivanja. Može masovno eksplodirati u požaru, a primjer su vatrometi i municija.



Slika 11. Piktogram za eksplozivne tvari

## 3) OKSIDIRAJUĆE

Simbol sačinjava vatra nad krugom. Tvar označena ovim piktogramom može uzrokovati te pojačati vatru ili eksploziju. Tvari su jaki oksidansi, npr. izbjeljivač i kisik za medicinske svrhe.



Slika 12. Piktogram za oksidirajuće tvari

## 4) ZAPALJIVO

Simbol je vatra, što znači da je tvar vrlo zapaljiv aerosol, zapaljiva i vrlo zapaljiva tekućina, para ili kruta tvar. Primjer su ulje za svjetiljke, nafta, odstranjivač laka za nokte.



Slika 13. Piktogram za zapaljive tvari

## 5) NAGRIZAJUĆE

Nagrivanje može biti korozivno za metale. Uzrokuje teške opekline na koži i oštećenja očiju. Primjer su čistači odvoda, octena kiselina, solna kiselina, amonijak.



Slika 14. Piktogram za nagrizaću tvar

6) OPASNO PO ZDRAVLJE

Tvar može uzrokovati iritaciju dišnih putova, omamljenost, vrtoglavicu ili alergijsku reakciju kože. Uzrokuje ozbiljnu iritaciju očiju i kože. Štetno ako se proguta, udahne ili dodirne. Šteti općem zdravlju i okolišu uništavajući ozon u gornjim dijelovima atmosfere. Primjer su deterdženti za pranje, sredstva za čišćenje toaleta i rashladne tekućine.



Slika 15. Piktogram za tvari opasne po zdravlje

7) OTROVNO

Simbol je mrtvačka glava iz čega je jasno vidljivo da se radi o kobnoj ili otrovnoj tvari ako se udahne, proguta ili dodirne. Primjer si pesticidi, biocidi i metanol.



Slika 16. Piktogram za otrovne tvari

8) OZBILJNA OPASNOST PO ZDRAVLJE

Tvar može biti kobna ako se proguta i uđe u dišne putove. Uzrokuje ili može uzrokovati oštećenja organa. Djeluje štetno na plodnost ili nerođeno dijete. Može uzrokovati rak i genska oštećenja. Može uzrokovati alergiju, astmatične simptome ili probleme s disanjem ako se udahne. Primjer su terpentini, nafta i ulje za svjetiljke.



Slika 17. Piktogram ozbiljne opasnosti po zdravlje

### 9) OPASNO ZA OKOLIŠ

Tvari su otrovne ili vrlo otrovne za vodeni svijet s dugotrajnim posljedicama. Primjer su pesticidi, biocidi, nafta i terpentini.



Slika 18. Piktogram za tvari opasne za okoliš



Slika 19. Stari znakovi opasnosti koje su zamijenili novi piktogrami



### 4.3. MJERE ZAŠTITE

Najbolji način za izbjegavanje neželjenih posljedica nastalih prilikom rada je dobro poznavanje i pridržavanje propisanih mjera zaštite. Prije uključivanja stroja potrebno je provjeriti njegovu ispravnost kako ne bi ugrozili radnici u okruženju. Nakon puštanja stroja u pogon, zabranjene su bilo kakve radnje na stroju koje uključuju čišćenje, podmazivanje ili popravljavanje stroja. Strojem može rukovati sam prethodno osposobljeni radnik u dobrom psihofizičkom stanju. Prostor oko stroja mora biti čist i prohodan kako ne bi došlo do neočekivanih ozljeda ili oštećenja. Zabranjeno je nošenje nakita i ostalih odjevnih dodataka koji nisu propisani Pravilnikom zaštite na radu. Svaki uočeni kvar ili nedostatak na stroju potrebno je prijaviti odgovornoj osobi u pivovari, a daljnje popravke izvršavaju ovlaštene osobe u pivovari ili vanjski suradnici. Strogo je zabranjeno uklanjanje bilo kakvih zaštitnih dijelova i naprava sa strojeva jer se time radnike dovodi u direktnu opasnost od ozljeda.

#### 4.3.1. Pravila zaštite na radu

Iz zakonskih odredbi proizlazi da su pravila zaštite na radu sva ona kojima se isključuju ili umanjuju opasnosti i posljedice za radnika u procesu rada. Pravila zaštite na radu se dijele na osnovna, posebna i priznata.

- **Osnovna pravila zaštite na radu.** Sadrže zahtjeve kojima mora udovoljavati sredstvo rada kad je u uporabi. Posebno je bitna opskrbljenost sredstava rada zaštitnim napravama, osiguranje od udara električne struje, sprječavanje nastanka požara i eksplozije, osiguranje potrebne radne površine i puteva za prolaz, osiguranje od djelovanja štetnih tvari na zdravlje, itd. Ovim sredstvima uklonjene su, ili bar umanjene, opasnosti na sredstvima rada, ali i drugim sredstvima koji se koriste za obavljanje poslova.
- **Posebna pravila zaštite na radu.** Primjenjuju se u slučaju kada osnovna pravila zaštite na radu ne mogu primjenjena ukloniti opasnosti za sigurnost i zdravlje radnika. Ova pravila se odnose na zaposlenike i na način obavljanja radnog postupka. U posebnim pravilima zaštite na radu sadržani su uvjeti glede dobi, spola, stručne spreme i osposobljenosti koje moraju ispunjavati zaposlenici. Ovim pravilima pripadaju i sljedeće obveze: obveza i način korištenja osobnih zaštitnih sredstava i opreme, posebni postupci pri korištenju štetno-opasnih radnih tvari, obveza postavljanja znakova upozorenja od opasnosti, postupak s ozljeđenim ili oboljelim zaposlenikom.

- **Priznata pravila zaštite na radu.** Pravila iz stranih propisa ili u praksi provjereni načini pomoću kojih se opasnosti na radu otklanjaju ili smanjuju. Njima se također sprječava nastanak ozljeda na radu, profesionalnih ili drugih bolesti. Primjenjuju se ukoliko ne postoje propisana pravila zaštite na radu. Ako se primjenjuju strani propisi, nadležni ministar rad ih mora utvrditi i odrediti.

Osnovna i posebna pravila smatraju se kao provedbeni postupci, podzakonski akti, koji nemaju značaj zakona.

Poslodavci su dužni osnovna, posebna i priznata pravila zaštite na radu osigurati za: sve osobe koje su u radnom odnosu kod poslodavca na temelju ugovora o radu, osobe koje su na stručnom osposobljavanju bez zasnivanja radnog odnosa, učenike i studente na praktičnoj obuci, osobe koje za vrijeme izdržavanja kazne zatvora obavljaju nužne mjere, osobe koje obavljaju djelatnost osobnim radom.

#### **4.3.2. Osobna zaštitna sredstva**

Tehnološki proces proizvodnje piva zahtjeva osobna zaštitna sredstva koja osiguravaju radnika i smanjuju rizik od neželjenih ozljeda na radu. Propisana osobna zaštitna sredstva koja radnik mora koristiti su: radno odijelo, marama, zaštitne naočale, rukavice, zaštitne cipele i čepići za uši.

#### **Radno odijelo**

Radno odijelo mora biti usko uz tijelo kako stroj ne bi zahvatio dijelove odijela koji lepršaju oko tijela.



Slika 20. Radno odijelo

Odjelo mora biti sačinjeno od materijala koji nisu lako zapaljivi i koji dobro reagiraju na velike temperaturne udare.

### **Zaštitne naočale**

Zaštitne naočale služe za zaštitu oči od dolijetanja stakla i opasnih kemikalija. Naočale su ergonomski oblikovane i lagane kako ne bi ometale radnika u obavljanju posla.



Slika 21. Zaštitne naočale

### **Zaštitna obuća**

Zaštitna obuća propisana je Pravilnikom zaštite na radu za svako radno mjesto sa svrhom osiguravanja uvjeta za siguran rad.



Slika 22. Zaštitna radna obuća

Korištenjem ispravne obuće smanjuje se rizik od posklizavanja, ozljeda od teških i oštrih predmeta prilikom pada na nogu te opekлина koje nastaju zalijevanjem opasnim i vrelim tvarima.

## Čepići za uši

Strojevi u zatvorenom prostoru proizvode snažnu buku pa rad u takvim prostorima tijekom dugoročne izloženosti uzrokuje oštećenje sluha. Maksimalna razina buke u samoj proizvodnji propisana je Pravilnikom o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi borave i rade iznosi 80 dB.



Slika 23. Zaštitni čepići za uši

## Zaštitne rukavice

zaštitne rukavice štite ruke od iritacija, mehaničkih ozljeda i opekline. Moraju biti izrađene od posebnog zaštitnog materijala i prikladne veličine kako ne bi umanjile funkcionalnost prsti.



Slika 24. Zaštitne rukavice

## **Reflektirajući prsluk**

Reflektirajući prsluk moraju nositi osobe zadužene za zaštitu na radu i vanjski suradnici radi raspoznavanja za vrijeme slabije vidljivosti.



Slika 25. Reflektirajući prsluk

### 4.3.3. Znakovi opasnosti, obveze, zabrane i informacije

Posvuda u pivovari postavljeni su znakovi radi preventive od mogućeg nastanka ozljeda. Potrebno ih je pravovremeno i pravilno postaviti na mjesta koja su lako vidljiva radnicima.

#### 4.3.3.1. Znakovi zabrane



#### 4.3.3.2. Znakovi informacija



### 4.3.3.3. Znakovi opasnosti



#### 4.3.3.4. Znakovi obveze





## 5. PRVA POMOĆ

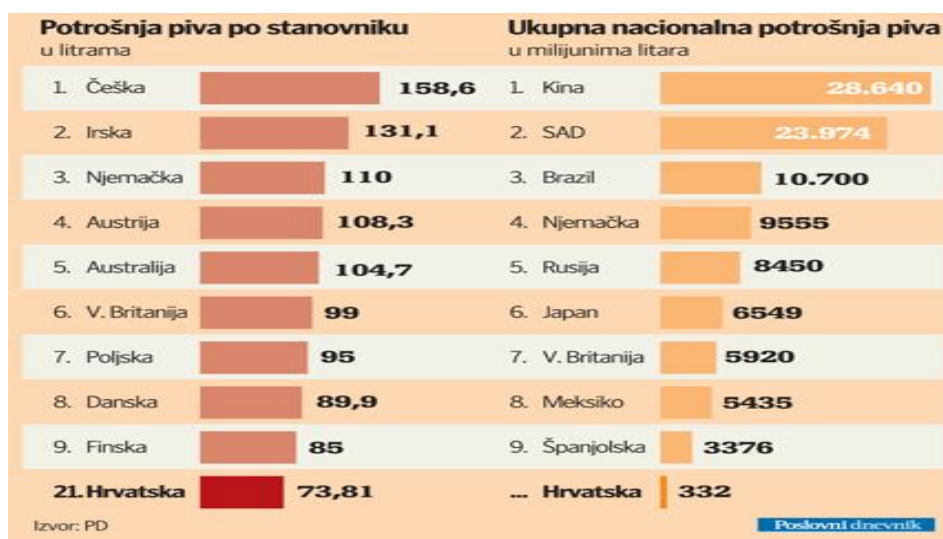
Pridržavanjem pravila koja su propisana u zaštiti na radu ipak se ne mogu izbjeći sve nezgode i neželjene ozljede. Često se dogodi neka nepredviđena situacija koju ljudski faktor nije mogao spriječiti. Ukoliko se prilikom takvih situacija dogode ozljede i oštećenja vrlo je bitno poznavati pravila prve pomoći. Ne očekuje se da svaka osoba bude liječnik, ali ponekad poznavanje samo osnovnih zahvata može spasiti život unesrećenog. Nailaskom na ozljeđenu osobu najvažnije je smireno i racionalno reagirati, bez paničarenja osigurati mjesto nesreće i osobu maknuti iz opasne zone ako je to potrebno. Poziv u pomoć mora biti što kraći i jezgrovitiji. Potrebno je obavijestiti nadležni centar gdje se dogodila nesreća, koliko je osoba unesrećeno i tip povrede, a zatim odgovoriti na eventualna pitanja operatera.

Prvi korak kod pružanja prve pomoći je provjera svijesti unesrećenog. Glasnim dozivanjem, dodirivanjem i potreskivanjem provjerava se eventualna nesvjestica. Ako osoba ne reagira mora se provjeriti diše li, tako da se oslobode dišni putevi, pomakne glava unatrag, podigne vilica i osluša disanje. Ustanovimo li da ne diše, hitno je potrebno primjeniti tehniku umjetnog disanja dvostrukim upuhivanjem zraka kroz usnu šupljinu. Ne pomogne li ni ta metoda, pristupa se mjerama oživljavanja ponavljanjem upuhivanja zraka i masaže srca.

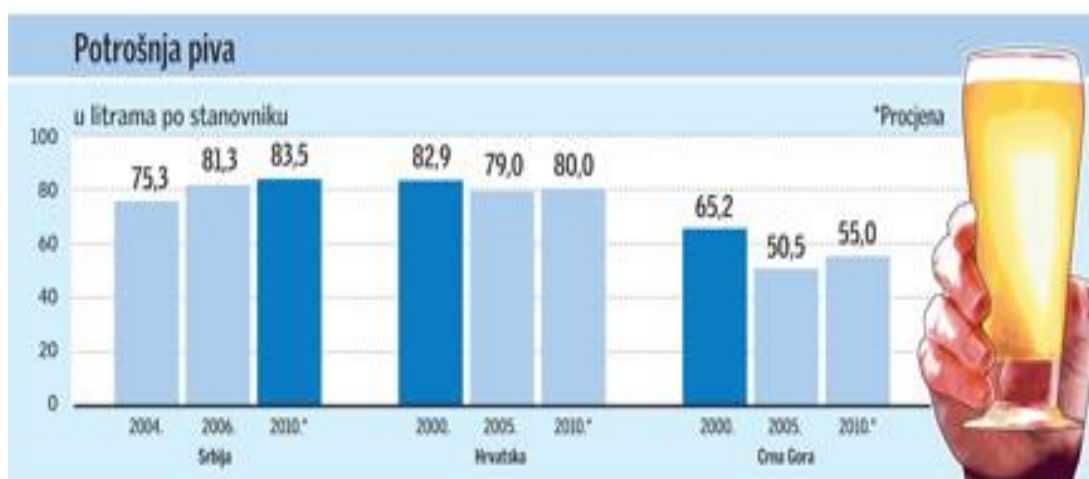
Ako se na početku ustanovi kako unesrećeni diše, saniraju se rane i zaustavlja eventualno krvarenje i postavlja ga se u bočni položaj. Dok je u bočnom položaju potrebno je stalno nadzirati svjesnost i disanje.

## 6. ZAKLJUČAK

Proizvodnja piva složen je tehnološki proces koji zahtjeva ozbiljan pristup svakoj operaciji u procesu. Na tržištu postoje brojne vrste piva i u takvoj konkurenciji potrebno je dovesti proizvodnju do savršenstva kako bi opstali. Tehnolozi su zaduženi za neprestano praćenje i uvođenje novih metoda koje rezultiraju kvalitetnijim proizvodom, a troškovi i dalje ostaju unutar održivih granica. Najveći proizvođači piva su SAD, Njemačka i Velika Britanija, Japan, Francuska i Češka.



Slika 30. Potrošnja piva u svijetu



Slika 31. Potrošnja piva na Balkanu

## 7. LITERATURA

- [1] Tehnologija proizvodnje piva, 4. Ožujka 2013  
<http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/tehnologija-proizvodnje-piva>
- [2] Sigurnost pri tehnološkim procesima, Snježana Kirin
- [3] Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti  
<http://www.zirs.hr/znakovi-sigurnosti.aspx?category=2>
- [4] Jurjević D., Sigurnost na radu za radnike u ugostiteljstvu  
[http://www.scri.uniri.hr/files/dokumenti\\_scri/Sigurnost\\_na\\_radu\\_ugostiteljstvo\\_2015.pdf](http://www.scri.uniri.hr/files/dokumenti_scri/Sigurnost_na_radu_ugostiteljstvo_2015.pdf)