

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra technologických zařízení staveb



Bakalářská práce

**Porovnání ekonomiky technologie vaření svrchně kvašeného piva
nanopivovarem Braumeister s přímým ohřevem topnou spirálou
a nanopivovarem BrauEule s nepřímým ohřevem párou**

Vedoucí práce: doc. Ing. Ladislav Chládek, CSc.

Autor práce: Miloš Láznička

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Miloš Láznička

Zemědělská specializace
Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Porovnání ekonomiky technologie vaření svrchně kvašeného piva nanopivovarem Braumeister s přímým ohřevem topnou spirálou a nanopivovarem BrauEule s nepřímým ohřevem párou

Název anglicky

The comparison of energetic efficiency and taste of beer using heating wort kettle with indirect steam and direct hot coil heating

Cíle práce

Cílem práce je porovnání výroby svrchně kvašeného piva na dvou minivárnách, jednou z nich je nanopivovar Braumeister s přímým ohřevem elektrickou topnou spirálou a nanopivovar BrauEule s nepřímým ohřevem párou z hlediska ekonomiky provozu a chutě vyrobeného piva.

Metodika

1. Příprava sladové drtě, vyhodnocení její hrubosti na Pfungstadském síti
2. Použitím infuzního procesu rmutování vyrobit sladiny, sledovat spotřebu el. energie u obou typů ohřevu
3. Separovat sladinu od mláta
4. Povařit mladinu se chmelem, doba varu 90 minut
5. odstranit horké kaly a následně zchladit mladinu na zákvasnou teplotu a provzdušnit
6. Zakvasit mladinu
7. prokvasit mladinu a následně ji nechat odležet
8. Provést degustační zkoušky se zkušenými degustátory a jejich vyhodnocení
9. Vypracovat bakalářskou práci

Doporučený rozsah práce

30 – 35 stran

Klíčová slova

pivo, mladina, slad, infuzní proces

Doporučené zdroje informací

Basařová, G. a kol.: Pivovarství, Praha 2010 VŠCHT, ISBN 978-80-7080-734-7

Chládek, L.: Pivovarnictví, Praha 2007 Grada, ISBN 978 801-247-1616-9

Kosař, K. – Procházka, S.: Technologie výroby sladu a piva, ISBN 80-902658-6-3

Předběžný termín obhajoby

2020/2021 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Ladislav Chládek, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Konzultant

Ing. P. Braný

Elektronicky schváleno dne 5. 2. 2021

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 2. 2021

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 11. 05. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Porovnání ekonomiky technologie vaření svrchně kvašeného piva nanopivovarem Braumeister s přímým ohřevem topnou spirálou a nanopivovarem BrauEule s nepřímým ohřevem párou" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13.5.2021

Podpis _____

Miloš Láznička

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Ladislavu Chládkovi, CSc., vedoucímu bakalářské práce, za odborné vedení, pomoc a poskytování rad při jejím zpracování. Dále svému otci Ing. Miloši Lázničkovi za obětavou pomoc při výrobě domácího piva a za nespočet dobrých rad při vypracování bakalářské práce.

Porovnání ekonomiky technologie vaření svrchně kvašeného piva nanopivovarem Braumeister s přímým ohřevem topnou spirálou a nanopivovarem BrauEule s nepřímým ohřevem párou

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá problematikou technologie vaření piva dvěma rozdílnými varnami typ Braumeister a BrauEule a jejich porovnání z hlediska ekonomického. První část je věnována technologii vaření piva, dále se zde popisují jednotlivé technické a provozní postupy zkoumaných technologií. Druhá část je vyhrazena především na kalkulaci nákladů na jednu várku vařeného piva a její výsledná cena představena na jedno pivo 0,5 l. Závěrem se hodnotí sensorická specifika uvařených piv, vařících systémů, vzájemné ohodnocení, srovnání výhod i nevýhod a závěrečná diskuse nad výslednými zjištěními.

Klíčová slova: Svrchně kvašené pivo, infuze, ekonomické náklady, porovnání technologií, nanopivovarnictví

The comparison of energetic efficiency and taste of beer using wort kettle Braumeister with direct hot coil heating and wort kettle BrauEule with indirect steam heating

Summary:

The bachelor thesis is dealing with the issue of comparing technologies of brewing beer in two distinct ways and their comparison from an economic point of view. The first part is devoted to the technology of brewing beer, then there are described the individual technical and operational procedures of the investigated technologies. The second part is reserved mainly for the calculation of the cost of one batch of brewed beer and its final price presented in a form of the beer of volume one half liter. Finally, the sensory specifics of brewed beers, brewing systems, mutual evaluation, setting out the advantages and disadvantages and the final discussion of the resulting findings will be evaluated.

Keywords: Top-fermented beer, infusion, economic costs, comparison of technologies, nanobrewery

Obsah

Obsah	8
1 Úvod.....	1
2 Cíl Práce.....	2
3 Metodika práce	2
4 Technologie výroby piva	3
4.1 Historie výroby piva.....	3
4.1.1 Vznik technologie spodního kvašení	4
4.2 Svrchní a spodní kvašení.....	5
4.2.1 Svrchní kvašení.....	5
4.2.2 Spodní kvašení.....	5
4.3 Základní suroviny pro výrobu piva	5
4.3.1 Slad	5
4.3.2 Druhy sladu.....	6
4.3.3 Chmel.....	7
4.3.4 Voda.....	7
4.3.5 Kvasnice.....	8
4.4 Stupňovitost piva dle Plateau° v závislosti na specifické hustotě a objemového procenta alkoholu ve výsledném pivě.....	8
4.5 Postup výroby piva – nanopivovar.....	9
4.5.1 Šrotování.....	9
4.5.2 Vystírání.....	10
4.5.3 Rmutování.....	10
4.5.4 Scezování sladiny a vyslazování mláta.....	12
4.5.5 Chmelovar.....	14
4.5.6 Chlazení mladiny a odlučování kalů.....	14
4.5.7 Prvotní kvašení v kádi / spilce	14
4.5.8 Stáčení.....	16
4.5.9 Druhotné kvašení (ležení) piva v láhvi	17
5 Technické Porovnání Braumeister a BrauEule	17

5.1	Braumeister – ohřev topnou spirálou	17
5.1.1	Proces vaření.....	17
5.1.2	Technická specifikace.....	19
5.2	BrauEule – ohřev vodní párou	20
	Proces vaření.....	20
5.2.1	Technická specifikace.....	21
6	Ekonomické porovnání Braumeister a BrauEule svrchním kvašením	24
6.1	Braumeister	25
6.1.1	Ekonomická specifikace	25
6.2	BrauEule.....	26
6.2.1	Ekonomická specifikace	26
7	Náklady.....	27
7.1	Braumeister	29
7.1.1	Varní list Braumeister	29
7.1.2	Náklady na výrobu piva technologií Braumeister	30
7.1.3	Výpočet nákladů na 0,5 l piva:	32
7.2	BrauEule.....	33
7.2.1	Varní list BrauEule	33
7.2.2	Náklady na výrobu piva technologií BrauEule.....	34
8	Daň z piva	36
8.1	Kdo může doma vyrábět pivo pro vlastní potřebu	36
8.2	Zákonné podmínky domácí výroby piva.....	36
8.3	Oznamovací povinnost správce daně	37
9	Zhodnocení ekonomických nákladů	37
9.1	Porovnání přímých nákladů BEZ započítání práce a BEZ chlazení	37
9.2	Porovnání přímých nákladů BEZ započítání práce a s chlazením.....	37
9.3	Porovnání přímých nákladů započítáním práce a BEZ chlazení	38
9.4	Porovnání přímých nákladů se započítáním práce a s chlazením	38
9.5	Porovnání výtěžnosti – kolik potřebuji sladu na půl litru piva	38
9.6	Porovnání účinnosti chlazení – Deskovým výměníkem a Chladicí spirálou.....	39

9.6.1	Přepsaný souhrnný výsledek:.....	39
10	Základní sensorické charakteristiky piva	40
10.1	Párová porovnávací zkouška	41
11	Porovnání ekonomiky domácí produkce s produkcí dostupnou v obchodním řetězci	43
12	Zhodnocení nákladů s přihlédnutím na limitaci maximální roční produkce	44
12.1	Stanovení fixních veličin:.....	44
12.1.1	Braumeister – časová náročnost	44
12.1.2	BrauEule – časová náročnost.....	44
12.2	Výsledek fixních veličin.....	44
13	Závěr	45
14	Seznam použitých zdrojů.....	47
15	Seznam obrázků.....	49
16	Seznam tabulek.....	51

1 Úvod

Česká republika je známa po celém světě svojí výrobou piva a též jeho nejvyšší roční spotřebou na jednoho obyvatele. Pivo patří mezi tradiční české výrobky. Máme zmínky o výrobě piva na našem území již z 10. století. (3)

Základní princip výroby piva se dodnes od dob Sumeřanů a Egyptů příliš nezměnil. (1)

Pivo je vyrobeno jednou z nejstarších biotechnologií, které člověk zvládl. Biotechnologický výrobní proces využívá přírodních procesů – enzymů z naklíčeného ječného sladu a kvasinek k přeměně výchozích surovin přes jednotlivé technologické stupně až na finální produkt – pivo. K výrobě piva potřebujeme tři základní suroviny: slad, chmel, vodu a dále pivovarské kvasnice na přeměnu cukrů na ethylalkohol. (1)

Objev piva se pravděpodobně stal nahodile když při nedbalé manipulaci s vodou došlo k namočení obilí a s přičiněním divokých kvasinek došlo k nakysnutí. Při tom vznikl alkohol. Stalo se, že někdo alkoholickou nakvašenou tekutinu okusil a toto divoké pivo s rozjařujícím vlivem alkoholu a bublinkami CO₂ mu zachutnalo. Divoká piva se rychle kazila a proto dávní sládkové experimentovali s jejich konzervací za pomoci různých bylin z nichž se postupem času nejvíce osvědčil chmel, který pivu navíc dodává i osvěžující hořkost.

Pradávní sládkové netušili co způsobuje vlastní prokvašení piva ale záhy vypožorovali, že výsledné pivo je lahodnější, pokud ho zakvasí zbytkem z předchozí várky a tak nevědomky začali s kultivací kvasinek. Kultivací – vypěstováním kvasinky nabyly mnoha dobrých vlastností, ale staly se citlivější na vhodné životní podmínky a samy o sobě by v přírodě nepřežily. Proto je důležité věnovat pivovarským kvasinkám náležitou péči. Kultivací pivovarských kvasinek se zvýraznily lahodné chuťové profily výsledných různých druhů piv, pro většinu z nichž se stala přítomnost divokých kvasinek značně nežádoucí. Důsledky cizorodých, divokých kvasinek a dalších mikroorganismů jsou značné. Pivo jim chutná a konzumací produkují nežádoucí zplodiny. Mezi hlavní ukazatele nežádoucího a divokého kvašení jsou zakalení, zakysnutí a přítomnost cizorodých či ovocných příchutí.

Novodobý člověk si odvykl pít pivo s obsahem cizích mikroorganismů. Požitím takového nápoje se vystavujeme příznakům od nevolnosti až po nutnou nemocniční péči. Proto každý sládek musí dodržovat naprostou čistotu práce a držet se hygienických standardů. (1)

2 Cíl Práce

Autor práce bude porovnávat vaření svrchně kvašeného piva dvěma různými technologiemi ohřevu. První technologie Braumeister pracuje na principu infuzního vaření, pro ohřev využívá topnou spirálu s přímým kontaktem a nuceným oběhem rmutu za pomoci čerpadla.

Braumeister od značky Speidel využívá technologii centrálního sladového koše, s jehož principem jako první přišel doc. Ing. L. Chládek, CSc, který si tento princip nechal chránit zápisem užitého vzoru (16). Za pomoci čerpadla sladovým košem cirkuluje vystírací voda postupně vymývající škroby a jejich enzymatickým štěpením vznikající maltózu z našrotovaného sladu uzavřeného ve sladovém koši. To má mnoho výhod, především není nutné míchání, šetří energii a snižuje hmotnost varny. Zároveň se jedná o jediný varní stroj pro výrobu sladiny i mladiny. Všechny kroky při výrobě sladiny a následně i mladiny probíhají v jedné nádobě. Díky tomu je zajištěna sterilita zařízení během celého varného procesu. (10,15)

Druhá technologie BrauEule ohřívá dílo ve rmutovací kádi pomocí vodní páry, generované odděleně ve varné kádi za mírného přetlaku s pomocí vzduchového kompresoru a bezpečnostní záklopkou. Z hlediska principu se jedná o něco mezi infuzním a dekokčním vařením, kdy v místě vstříku horké páry přes dvojité dno vystírací pánve do díla dochází k lokálnímu přehřátí nejhustšího díla u dna a jeho následnému vynesení a promíchání spolu s částečným ochlazením na optimální pracovní teploty příslušných enzymů při naprogramovaných technologických přestávkách. (2)

Vstříkovaná pára prochází přes dvojité perforované dno, kde v nejbližším okolí se nejhustší dílo ohřívá na teplotu přibližující se teplotě varu a po vynesení k povrchu se předáním tepla zbytku díla ochladí a tím se zamezí znehodnocení enzymů důležitých pro správné zcukření. Díky tomu nastává lepší rmutování a zvyšuje se výtěžnost. (2)

Dalším zaměřením autora práce bude ekonomické porovnání technologie Braumeister s technologií BrauEule vztaženou na výrobní náklady na 0,5 l výsledného piva.

Výsledkem práce bude ekonomické porovnání vaření svrchně kvašeného piva vařené dle identické receptury dvěma různými technologiemi ohřevu díla s přihlédnutím na prvotní investici, spotřebu energie, vody a kolik je možné uvařit piva do limitu stanoveného celním úřadem, tj. Zákonné podmínky domácí výroby piva.

3 Metodika práce

Pro výzkum byly použity dvě zařízení s různými technologiemi – Braumeister a BrauEule, pro uvaření stejné receptury piva. Protože se jedná o dvě různá technologická zařízení s odlišnými objemy várek, bylo potřeba přepočítat celkové množství vstupních surovin pro dodržení stejného procentuálního zastoupení, a tedy i stejného výsledného výrobku. Celý proces

od vystírání přes zapářku, zcukření, vyslazování a chmelovar byl naprogramován pro oba nanopivovary se stejnými technologickými kroky a časovými prodlevami. U každého nanopivovaru se měřila přímá spotřeba elektrické energie na kompletní varní proces stejné receptury piva. Pro obě várky byly použity identické suroviny.

4 Technologie výroby piva

4.1 Historie výroby piva

Za hlavní časové milníky pro výrobu piva lze považovat zejména období kolem roku 3600 před Kristem v oblasti mezi řekami Eufrat a Tigris v Sumeršské říši, odkud pocházejí nejstarší dochované záznamy o konzumaci piva, dále 16. století v Bavorsku, kde samovolným křížením mezi kvasinkami svrchního kvašení a divokými chladnomilnými kvasinkami z Patagonie zřejmě přivezenými v zásilce bukového dřeva do jednoho ze zdejších klášterů vznikly kvasinky spodního kvašení a nakonec rok 1842, kdy v Měšťanském pivovaru v Plzni poprvé uvařili spodně kvašený ležák Plzeňského typu, dnes zdaleka nejvíce celosvětově rozšířené technologie vaření piva. Udává se, že přes 90 % veškerého výstupu piva ve světě je právě typ “Pilsner beer”.

Nápoj zvaný pivo je považovaný za jeden z vůbec nejstarších alkoholických nápojů. Podle dochovaných hliněných tabulek z dob vládnutí národa Sumeršského je možno vypořozovat, jak několik lidí pije pivo z kádě pomocí slaměných stébel používaných jako brčka. To bylo z důvodu, že v té době pivo byl mok vyrobený ze zkvašeného chleba, který pravděpodobně pokrýval převážnou část hladiny. (3) Později byl stejný způsob konzumace použit i v Egyptě.



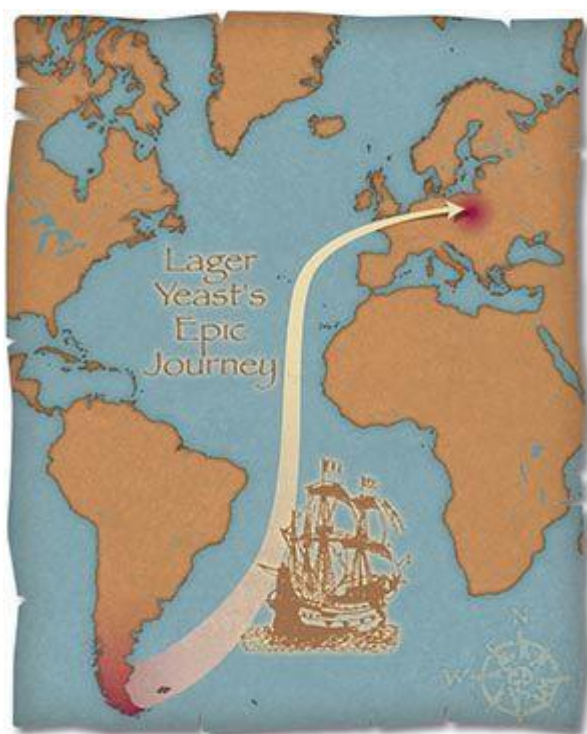
Obrázek 1: 3600 BC – díky pradávným Sumerům máme nejstarší zachované dokumenty o pití piva, Zdroj: <https://www.irozhlaz.cz/veda-technologie/historie/>

Protože ve středověku se různí chytráci snažili maximálně vydělat a pivo vařili ze všeho možného, jen ne poctivě, byla v roce 1516 vydána v Bavorsku jedna z prvních norem pro ochranu kvality potravin – Reinheitsgebot – zákon o čistotě piva – povolující pro výrobu piva používání pouze tří základních surovin, tj. ječného sladu, chmele a vody, v té době ještě pivovarníci neznali kvasnice. Tento zákon chránil spotřebitele, který odtěd’ již věděl, že kupuje skutečně pivo a ne jeho různé levné náhražky.

V roce 1839 byl založen Měšťanský pivovar v Plzni – první várka spodně kvašeného piva se zvýšeným dávkováním chmelu byla zde vyrobena bavorským sládkem Josefem Grollem. “Ve větší míře se vaření spodně kvašených piv začalo rozšiřovat až po roce 1840, kdy je začal vařit sládek Vojtěch Wanka v pražském pivovaru U Primasů, umístěném na Koňském trhu, dnešním Václavském náměstí, na místě bankovního domu č. 796. Jak uvádí Černohorská z Výzkumného ústavu pivovarského a sladařského Praha, již v roce 1841 vařila celá desetina pivovarů v Čechách spodně kvašené pivo a počet těchto pivovarů se postupně zvyšoval.” (3)

4.1.1 Vznik technologie spodního kvašení

Až do objevu Ameriky byla všechna piva pouze svrchně kvašená. V 15. století Evropané poprvé začali převážet zboží přes Atlantik. Spodní kvašení piva vzniklo hybridizací kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* s kvasinkou *Saccharomyces eubayanus*, která putovala v té době na bukovém dřevě z více než 11000 kilometrů vzdálené Patagonie do klášterů v Bavorsku. (4) Dá se dnes pouze spekulovat jak přesně se to mohlo stát, ale podle mého názoru k tomu mohlo dojít při míchání mladiny vařečkou vyrobenou z právě dovezeného bukového dřeva z Patagonie.



Obrázek 2: Grafické vyobrazení cesty ležácké kvasinky z Patagonie do Evropy před 500 lety.

Ilustrace od Barry Carlsen, Zdroj:

https://web.archive.org/web/20141109070227/http://www.geneticarchaeology.com/research/500_years_ago_yeasts_epic_journey_gave_rise_to_lager_beer.asp

4.2 Svrchní a spodní kvašení

Oba způsoby popisují výrobu piva v domácích podmínkách.

4.2.1 Svrchní kvašení

Obvyklý rod kvasinek je *Saccharomyces pastorianus*. Používané jsou například pro piva typu pšeničná nebo Ale. Svrchně kvašená piva kvasí při teplotách kolem 15-20 °C, ale mohou kvasit i při vyšších. Kvasinky kvasí na povrchu mladého piva a tvoří pěnu (tak zvanou „deku“), která je tvořena stoupajícím oxidem uhličitým (CO₂) a kvasnicemi. (5) Doba kvašení je v závislosti na stupňovitosti/síle piva obvykle dva týdny až jeden měsíc.

Kvasnice svrchního kvašení se shlukují do kolonií a jsou nadnášeny CO₂. Tím, že kvašení probíhá při vyšších teplotách, tak výsledné pivo dostává výraznější květnaté nebo ovocné aroma. Dalším typickým rysem svrchně kvašeného piva je chuťová pestrost a přítomnost exotických vůní (hřebíček, banán, grep aj.) (5)

4.2.2 Spodní kvašení

Používaný rod kvasinek je *Saccharomyces uvarum*. Většina světové produkce piva je založena na spodním kvašení. Mezi hlavní představitele patří ležák českého/plzeňského typu. Spodně kvašená piva kvasí při teplotách 5-10 °C. V dalším procesu po ukončení hlavního kvašení na spilce pivo „leží“ v ležáckém tanku měsíc a déle při teplotách blízkých nule. To má pozitivní vliv na plné vyzrání chuťového profilu, jemné nasycení CO₂ pro dostatečný říz a pozvolné odbourání sirných látek tvořených v rámci hlavního kvašení. (5)

4.3 Základní suroviny pro výrobu piva

Nezbytnou součástí výroby piva jsou suroviny podle zákona o čistotě výroby piva Reinheitsgebot (autorem byl bavorský vévoda, jeden z důvodů byl i nedostatek pšenice) to jsou slad, chmel a voda.

Pro zdárný úspěch je nutný správný recept, který sládek musí zdatně ovládat. Stanovuje složení surovin, technologii výroby, vybere vhodné kvasnice a vše dobře uvaří. (1)

4.3.1 Slad

Každým pilitrem piva člověk vypije extrakt z cca 2000 zrn sladu, který je upraven čistými přírodními procesy. Jedná se o nejdůležitější surovinu. Slad dodává pivu základní charakteristiky jako je třeba pěna, zlatavá barva a lahodná chuť. Enzymatickou přeměnou škrobu na cukry vznikne potrava pro kvasinky. Jejich činností – kvašením vzniká alkohol, oxid uhličitý (CO₂) a další látky, které dotvoří sensorický profil piva. Poměr výchozích surovin – sladu a vody – určuje výslednou stupňovitost piva. (1)

Nejprve je nutné připravit slad. Proces jeho výroby se nazývá sladování. Nejprve se zrna sladovnického ječmene namočí do vody. Zvýšením vláhivosti v zrně se enzymy aktivují a iniciují klíčení, což je potřebné pro uvolnění a přeměnu zásobních látek. Klíčení je nutné zavčas zastavit

hvozděním, což znamená, že v první fázi proběhne sušení a u barevných sladů částečné nebo úplné pražení v závislosti na tom, jaké chuťové a vzhledové charakteristiky jsou vyžadovány u výsledného piva. Udržení si nastaveného vysokého standardu výroby sladu je velmi náročné. Důvodů je více, každé zrníčko ječmene je jedinečné, odlišné od ostatních. Odlišnosti jsou ovlivňovány zejména umístěním zrníčka v klasu, odrůdou ječmene, klimatickými podmínkami při pěstování, hnojení, ošetřování, kvalita půdy atd. (1)

„Výroba sladu a výroba piva nerozlučně spolu souvisí do té míry, že kvalita piva je přímým výsledkem práce ve sladovně a až poté i v pivovare.“ (1)

4.3.2 Druhy sladu

Mezi základní druhy sladu patří plzeňský, vídeňský, bavorský/mnichovský a další speciální slady například diastatické, melanoidní, karamelové, barvicí a pšeničné. Celková výroba speciálních sladů se pohybuje okolo 5 % z veškeré výroby sladu v Česku. (6)

4.3.2.1 Světlý slad

Nejčastěji používaný je takzvaný Světlý slad, který je charakteristický příznivou výtěžností s dostačující enzymatickou silou, s nízkou barvou, sloužící k výrobě světlého lehkého, výčepního, ležáku a speciálního piva. Pro snadné zpracování ve varně je nutné dokonalé zcukření rmutu, snadné zcezování sladiny a nízká barva sladiny po povaření. Obsah vody v hotovém sladu činí okolo 4 %. Mezi hlavního představitele světlého sladu patří především Plzeňský slad. (6)

Stručný popis Plzeňského sladu vyrobeného výrobcem Sladovna Kounice, který byl použit pro výrobu piva. Barva je podle stupnice EBC 3-5 a extraktu 79,5 %. Tento slad je možné používat až pro 100% sypání/receptury. Používá se především na výrobu ležáků a na všechny ostatní běžné druhy piv. Je vyroben z nejjemnějších domácích dvouřadých sladovnických ječmenů, např. Bojos. (7)

4.3.2.2 Bavorský slad

Mezi hlavní odlišnosti bavorského sladu od ostatních sladů patří charakteristická vysoká barva, výraznější aroma, čehož se dosáhne díky výraznějšímu hlubšímu rozluštění při klíčení zrn ječmene. Ječmen pro výrobu bavorského sladu je klíčen (luštěn) o 1-2 dny déle s vyšším obsahem vody a při vyšší teplotě. Zelený slad je přelouštěn. Je odlišně hvozděn, s cílem ještě podpořit tvorbu melanoidů a je dotahován při teplotách okolo 105 °C. Obsah vody je okolo 2 %. Bavorský slad je též nazývaný Mnichovský slad. (6)

Stručný popis sladu Mnichovského I, vyrobeného Sladovnou Kounice. Barva je podle stupnice EBC 10 a extraktu 81,5 %. Tento slad je možné používat až pro 100% sypání/receptury. Používá se především na výrobu tmavých piv, na sladová piva a na tmavá piva. Přidáním mnichovského sladu docílíme zvýraznění charakteru a aroma piva, při dosažení vyšší barvy piva. (8)

4.3.3 Chmel

Chmel lze dělit mnoha způsoby zejména podle vegetační doby zrání, zbarvení chmelové révy na červeňáky a zeleňáky, dále se v jednotlivých skupinách liší poměrem α a β hořkých kyselin. Odrůdy chmele jsou pro světový trh rozděleny na základě složení podle pryskyřic a silic v současnosti do čtyř skupin podle obsahu zejména α -hořkých kyselin. (9)

První skupina – Jemné aromatické chmele s obsahem α -hořkých kyselin v rozmezí 3,5–4,0 % hmotnosti v sušině s nejdůležitějším představitelem Saaz, v celém znění Žatecký poloraný červeňák, vypěstěný K. Osvaldem v České republice. (9)

Ve druhé skupině pod pojmenováním Aromatické chmele s obsahem α -hořkých kyselin v rozmezí 3,5–6,5 % hmotnosti v sušině jsou typickými představiteli tradiční odrůdy Hersbrucker a Hallertauer z Německa. (9)

Třetí skupina pod pojmenováním Hořké chmele s obsahem α -hořkých kyselin okolo 8,0 % hmotnosti v sušině – jako příklad může být Premiant, který je českého původu. Velkou předností je, že mají také příznivé aroma a mají díky tomu všestranné uplatnění v praxi. Mohou se také nazývat poloaromatické. (9)

V poslední skupině se nachází chmel převážně kombinovaného rázu pojmenovaný Vysokoobsažný chmel s obsahem α -hořkých kyselin v rozmezí 15–20 % hmotnosti v sušině. Odrůdy spadající do této kategorie mají horší aroma a jsou především využívány pro výrobu extraktů. Mezi hlavní představitele patří odrůdy Magnum z Německa nebo Nugget z Anglie. (9)

4.3.4 Voda

V pivovarnickém průmyslu, ale i v domácím pivovarnictví je voda využívána nejvíce s porovnáním s ostatními odvětvími. Voda pro vaření piva musí splňovat podmínky pro pitnou vodu. Jako zdroj pitné vody v dnešní době nejvíce vyhovuje běžně dostupná kohoutková voda pokud není příliš tvrdá. Z přírodních vod více vyhovují pro pivní průmysl spodní vody než povrchové vody. Hlavním důvodem vhodnosti spodní vody je nízký obsah organických látek, dusičnanů a mikroorganismů. Pokud by pivovar používal pro výrobu piva povrchovou vodu, musel by vynaložit značné finanční a technologické prostředky na úpravu vody oproti vodě spodní.

Rozdělení vody na základě „tvrdosti“ neboli obsahu rozpuštěných solí. Jedná se zpravidla o soli vápníku a hořčíku. Dělíme na měkkou, středně tvrdou, tvrdou a velmi tvrdou vodu. (9)

Lze dělit vodu i podle požadovaného výstupního produktu. Na Plzeňskou vodu, jedná se o měkkou vodu velmi vhodnou na silně chmelená světlá a spodně kvašená piva. Mnichovská voda se pohybuje na hranici mezi střední a tvrdou vodou s nízkým obsahem chloridů, síranů, ale vyšším obsahem uhličitánů a vápníku. Dortmundské, Vídeňské, Burton, Dublinské,

Kodaňské jsou tvrdé až velmi tvrdé vody. (9) Tvrdost vody přímo určuje jaký typ sladu je třeba použít pro daný druh piva, který chceme uvařit a jejich kombinace pak vedla ke vzniku místně specifických piv. Pravý plzeňský ležák se jen velmi těžko dá uvařit v Irsku s jejich velmi tvrdou vodou a naopak v Plzni se stěží podaří vyrobit silný Stout vyžadující velmi tvrdou vodu a silně pražené slady.

4.3.5 Kvasnice

K výrobě piva neodmyslitelně patří využívání pivovarských kvasnic pro přeměnu cukrů na alkohol. V první verzi zákona o čistotě piva z roku 1516 zvaném Reinheitsgebot z němčiny překlad „zákon o čistotě“ nebyly kvasnice vůbec zmíněny, protože v té době ještě nebyly známy. Byly objeveny až v 17. století a popsány L. Pasteurem v roce 1875.

Termín kvasinky se používá v laboratorním prostředí a měřítku, za to kvasnice se dají definovat jako aktivní biomasa velkého množství využívaného ve výrobním procesu. (9)

4.4 Stupňovitost piva dle Plateau° v závislosti na specifické hustotě a objemového procenta alkoholu ve výsledném pivě

Přepočítání stupňovitosti, specifické hustoty a % alkoholu		
Plateau °	SG	ABV %
10°	1,041	4,07 %
11°	1,045	4,59 %
12°	1,049	5,12 %
13°	1,054	5,78 %
15°	1,062	6,83 %
18°	1,072	8,53 %
19°	1,079	9,06 %
20°	1,083	9,58 %
21°	1,088	10,24 %

Obrázek 3: Tabulka pro přepočítání stupňovitosti, specifickou hustotu a % alkohol byla sestavena na základě informací získaných z webové stránky: <https://www.brewersfriend.com/>

Pro účely výroby piva pro domácí podmínky je využita stupňovitost Plateau pouze orientačně. Refraktometrem se zjistí specifická hustota a podle obrázku č. 3 se výsledná hodnota stanoví. Podle nových norem je značení piva dle stupňovitosti zakázaná. Nově se musí značit pivo dle procentuálního zastoupení původního mladinového extraktu.

4.5 Postup výroby piva – nanopivovar

4.5.1 Šrotování

Prvním krokem výroby piva je našrotování ječmenného sladu. Je důležité se striktně držet procentuálního zastoupení jednotlivých druhů sladu, který je uveden ve varném listu. Pouze tak je dosaženo žádané receptury. Rozemletím sladu se získává sladový šrot.

Účelem mletí sladu je optimální vymletí vnitřní části semene (endospermu) sladových zrn na vhodný poměr jemných a hrubých částí, ale zároveň udržení celistvosti obalové slupky (pluch). Šrotováním se urychlí fyzikální, chemické a biochemické změny, které pak následně probíhají při rmutování a dalších fázích vaření mladiny. (9)

Slad na každou várku by se měl našrotovat až těsně před vlastním vystíráním, aby se zamezilo negativním oxidačním změnám zapříčiněným vzdušným kyslíkem, který difunduje se sladovým šrotem a narušuje výslednou senzoryckou stabilitu piva. (9)

Mletí sladu lze za sucha nebo za mokra. Za sucha se mele šrot pomocí válcových šrotovníků. Počet válců se může lišit, také rychlost jednotlivých válců. Slad se u mletí za mokra před stejným postupem jako u za sucha při šrotování namočí do vody (o teplotě 10 až 50 °C) po dobu 10 minut. Díky tomu jsou pluchy pružné a nedochází k jejich porušení. (9)



Obrázek 4: Zleva: Mlýnek značky mattmill na šrotování sladu, Přístroj na měření, Síta, Zdroj: Zleva archiv autora, archiv L. Chládky

4.5.1.1 Stanovení složení šrotu

V laboratorních podmínkách se kontroluje složení šrotu z mletí za sucha tříděním na Pfundstadském prosévadle [MEBAK 1979, Basařová a kol. 1992] s kmity 300 min.⁻¹ po dobu 5 minut. Poté se zváží podíly roztríděné na pěti sítích na dně prosévadla a vyjádří se jako podíl z celkové hmotnosti vzorku. (9)

Tabulka 1: Parametry Pfundstadského prosévadla a složení hrubého a jemného šrotu

Síto	Počet otvorů (cm ²)	Průměr otvorů (mm)	Síla drátu (mm)	Frakce šrotu	Hrubý šrot (%)	Jemný šrot (%)	Scezovací kád' (%)	Sladinový filtr (%)	Sladinový filtr (%)
1	39,7	1,270	0,31	pluchy	20-30	8-13	18	0,5	0,5
2	62,4	1,010	0,26	hrubá krupice	5-10	2-6	9	1	1
3	207,4	0,547	0,15	jemná krupice 1	28-42	14-18	34	7	7
4	961,0	0,253	0,07	jemná krupice 2	12-18	38-48	20	34	14,5
5	2714	0,152	0,04	mouka	4-8	8-12	8	22,5	12
Dno				moučka	8-15	14-19	10	35	65

Zdroj 1: Tabulka převzata z knihy – Pivovarství, (9)

Pro účely výroby domácího piva byl vzorek našročeného sladu vzat do výukového pivovaru České zemědělské univerzity, kde proběhla na Pfundstadském prosévadle zkouška jemnosti mletí (viz Tab. 1).

4.5.2 Vystírání

Cílem vystírání je, aby došlo k dokonalému promísení sladového šrotu (sypání) s varní vodou.

Běžná teplota vystírky při výrobě piva plzeňského typu činí 38 °C, ale může se lišit v závislosti na použité varné receptuře. Je velmi žádoucí, aby se za konstantního mírného míchání přidával po menších dávkách našrotovaný slad do vystírací pánve. Zamezí se tím tvorbě shluků, které mají negativní dopad na zcukernatění a promísení sladu s vystírací vodou a zejména při použití sladového koše (Braumeister) mohou způsobit tvorbu kanálků a nedokonalé vystírání. (9)

4.5.3 Rmutování

Hlavní proces při rmutování je enzymatický děj, při kterém dochází ke štěpení škrobu na zkvasitelné sacharidy. Rmutováním docílíme rozštěpení polysacharidů / škrobu a následného převedení do roztoku (rmutu) s hlavním cílem připravit zkvasitelné cukry do dalšího technologického postupu. Štěpení škrobu má tři fáze. Bobtnání a zmazovatění, ztekucení a vlastní zcukření. Nejdůležitější proces při rmutování je především bobtnání a zmazovatění. Jedná se o fyzikálně-chemické děje velmi závislé na rychlosti ohřevu, teplotě a druhu ječmene. Ječmen z chladnějších oblastí mazovatí už při teplotách od 50 do 52 °C.

Naproti tomu ječmen z mírných teplotních pásem mazovají při 52–53 °C. Největší význam má technologická prodleva při nižší cukrotvorné teplotě 62 °C, která má velký vliv na případné změny složení mladiny. Proto se klade velký význam na technologickou kázeň při rmutování a upravuje se na základě použitého sladu a receptury (9)

Rmutování se skládá ze tří postupných přihřívání díla na danou teplotu (pro potřeby téhle práce se použily teploty 55 °C – zapáčka, 63 °C – prvotní zcukření a 72 °C – druhotné zcukření) a s tím spojených technologických přestávek, které určují výsledný charakter piva. Dekokční metoda se docílí oddělením vždy jedné třetiny díla (rmutu), ohřátím na teploty 52 °C, 65 °C, 72 °C a následně na bod varu, povaření po dobu 30 minut a následného vrácení do zbytku díla. Tím se zvýší teplota zbývající 2/3 na požadovanou hodnotu. Proces rmutování se dělá jednou až třikrát podle použité varné receptury (jedno-, dvou- a třímotový způsob).

„Působení gradace teplot pro uplatnění aktivity sladových enzymů“ (9)

Tabulka 2: Příklad procesu rmutování +technologické přestávky

Název operace	Teplota °C	Tech. přestávka – min.
Vystírání + kyselinotvorná teplota	37	10
Bílkovinatvorná teplota	52	10
β -amyláza (prvá cukrotvorná teplota)	62–65	30
α -amyláza (druhá cukrotvorná teplota)	72	Podle výsledku jód. Zkoušky*
Odrmutovací teplota	78	15

Zdroj 2: Autorem upravená předloha – <https://www.hobby.framax.cz/vypocty/varnilist.xls>

* Indikátor na přítomnost škrobů: „V průběhu rmutování se obsah škrobu snižuje a jodová zkouška mění svou barvu z černé přes fialovou, hnědou až v podstatě přestane barevně reagovat, což značí dokončené zcukření škrobu.“ (5)

4.5.3.1 Hustota rmutu

Pro výrobu světlých piv se častěji využívá řidší rmut, urychlí se enzymatická reakce a zcukření sladiny. Dojde ke zvýšenému prokvašení, mláto zadrží méně extraktu a díky tomu není nutné vyslazovat velkým objemem varné vody. V průměru se používá na 1 kg sypání 5 až 6 l vody. „Řidší vystírka dává větší množství „ušlechtilého“ extraktu, světlejší barvu sladiny a příjemnější jemnou chuť piva.“ (9)

U tmavých piv se naopak používá hustší rmut. Je nasnadě mít spíše menší množství nálevu než u světlých piv. Hustý rmut udrží delší dobu působnost proteolytických enzymů. Získaný předek má podstatně vyšší obsah extraktu, v mlátě zůstává větší množství nevyužitého extraktu a pro docílení potřebné koncentrace mladiny je potřeba použít zvýšený objem vyslazovací vody. U tmavých piv se používají barvicí a karamelizované slady, ty dodají pivu barvu, karamelovou a kávovou chuť – v průměru se používá na 1 kg sypání 4 až 5 l vody. (9)

4.5.4 Scezování sladiny a vyslazování mláta

Jedná se o separaci pevných částí (mláta) od roztoku obsahující sladové látky. Scezování má dvě části. Za pomoci filtrace se prvně oddělí od mláta předek, bohatý na sladový extrakt. V druhé části se zbylý sladový extrakt (výstřelek) principem vyluhování horkou vodou o teplotě 78 °C dodatečně separuje od mláta. Spojením předku s výstřelkem dostaneme celou sladinu. Cílem je, aby se z dodaných prvotních surovin extrahovalo optimální možné množství čiré sladiny. (9)

Množství vyslazovací vody se udává v závislosti na koncentraci předku. Čím se více výstřelku extrahuje z mláta tím dochází ke značnému naředění sladiny. Odpařením lze opět navrátit původní koncentraci, ale jedná se o energeticky náročnou operaci. Proto se volí kompromis optimální výtěžnosti mezi ztrátami extraktu nevyužitého v mlátě, dobou chmelovaru a energetickými nároky. (9)

Ideální teplota varné vody pro vyslazování je v rozmezí 75-78 °C. Při vyšší teplotě dojde k lepší extrakci díky snížení viskozity, ale začne probíhat proces vyluhování nežádoucích látek z pluch. Na druhou stranu by teplota neměla klesnout pod 75 °C. Docházelo by ke snížené schopnosti extrakce sladu. Důležité je také zamezit oxidaci. V praxi se první část předku nechá odtéct, to se děje tak dlouho, dokud neteče čirá sladina. Zakalený předek se navrátí se zpět do rmutu. To samé je nutné učinit i u výstřelku. Jakmile vytékající výstřelek začíná mít příliš světlou barvu je třeba ukončit vyslazovací proces. (9)

Vyslazování mláta probíhá způsobem jednoznačně daným, tedy ohřátím pitné vody na teplotu 78 °C a postupným přiléváním do vyslazovací kádě. Je nutné postupné doplňování ohřáté vody pro co nejdůkladnější vyslazení. Pokud by se nedocílilo průběžného dolévání vody, znamenalo by to vytvoření vzduchových kapes, které by blokovaly protečení a způsobily by nechtěnou oxidaci vyslazujícího extraktu.



Obrázek 5: Zařízení BrauEule II Pro vystírací kád' po odrumtování před vyslazováním, Zdroj: archiv autora



Obrázek 6: Zařízení Braumeister – vyslazování, v popředí hrnec s vyslazovací vodou ohřátou na 78 °C, Zdroj: archiv autora

4.5.5 Chmelovar

Vaření sladiny s chmelem a s tím spojené fyzikální, chemické, biochemické a mechanické procesy mají velký význam na technologický charakter mladiny a výsledné vlastnosti piva. Proces zvaný chmelovar sám o sobě plní mnoho důležitých procesů. V rámci chmelovaru dochází k odpaření nadbytečné vody a těkavých látek, inaktivují se enzymy z předešlých procesů, sterilizuje se mladina, zničí se zbytky mikroflóry, vytvoří se sraženiny dusíkatých látek nutných k separování v dalších procesech, rozpuštění hořkých látek chmele a dalších... (9)

Sladina se zahřeje na teplotu varu a vaří se dle zvolené receptury. V rámci chmelovaru dochází k dodání předem odměřených dávek chmelu většinou v podobě granulátu jednou až třikrát, - opět záleží na receptu. V případě trojího chmelení má tento proces velmi vhodné technologické a senzorické vlastnosti. První chmelení má charakter technologické stabilizace mladého piva a dodá pivu hořkost, v druhém dodá chuť a ve třetím vůni.

4.5.6 Chlazení mladiny a odlučování kalů

Jakmile se proces vaření sladu s chmelem dokončí, následuje ochlazení mladého piva. Tento proces začíná od teploty 100 °C a končí buď teplotou 5–6 °C u klasických ležáků spodně kvašených nebo 12–16 °C pro svrchně kvašená piva. V rámci procesu chlazení dochází k oddělení hrubých kalů od mladého piva. (9) Zchlazenou mladinu je třeba před zakvašením řádně prokysličit.

Jedná se o velmi náchylný proces zejména na přítomnost biologického znečištění v podobě mikrobiální infekce. Proto počínaje procesem chlazení, je nutné nastolit takové podmínky, které zaručí v maximální možné míře naprostou čistotu prostředí a použitých nástrojů.

4.5.7 Prvotní kvašení v kádi / spilce

Hlavní kvašení je proces, kdy za pomoci pivovarských kvasnic se přemění cukernaté látky, obsažené v mladinovém extraktu, na alkohol, oxid uhličitý a vedlejší metabolity. Na konci hlavního / primárního zkvašení získáme tzv. mladé pivo.

Kvasné nádoby se buď aktivně chladí nebo jsou ochlazovány pasivně okolním. Aktivní chlazení je nutné u spodně kvašených piv, kvůli nutné nízké teplotě, při které kvasinky *Saccharomyces cerevisiae var. uvarum* kvasí na dně kádě při teplotách 4–6 °C. Za to u svrchně kvašeného piva s kvasinkami *Saccharomyces cerevisiae* jsou vynášeny na hladinu uvolněným CO₂ při teplotě 15–18 °C. (9) Pro domácí vaření je ideální svrchně kvašené pivo s možností nechání kvasného procesu proběhnout ve sklepních prostorách.

Doba hlavního kvašení značně závisí na koncentraci použité mladiny. U světlých piv doba hlavního kvašení trvá v rozmezí 7 až 12 dnů. U tmavých piv typu Imperiál Stout o vysoké koncentraci mladiny tato doba může být i měsíc.

4.5.7.1 Stádia hlavného kvašení

Zaprašování – Začátek tvorby pěny v kádi od stěn směrem do středu v časovém horizontu 12 až 24 hodin od přimíchání kvasnic do mladiny. V tom to stádiu také začíná proces tvorby oxidu uhličitého. (9)

Nízké až vysoké bílé kroužky – typická tvorba bílé husté pěny, 24 až 40 hodin od začátku. Rychlost tvorby oxidu uhličitého je v nejvyšší možné míře. (9)

Vysoké hnědé kroužky – tvorba ve třetím až pátém dni kvašení, typické je počátek zhnědnutí povrchové pěny kaly vynášenými na povrch. (9)

Propadání deky – jedná se o hlavní fázi kvašení, kdy dochází ke shlukování a pádu kvasnic na dno kvasné nádoby. Pěnové kroužky se propadají a na hladině se drží slabá vrstva 20 – 30 mm tlustá hnědočerná deka, obsahující nežádoucí a negativně ovlivňující částice, které je nutné odebrat. Ve kvasných dekách se nachází hořké látky, které by ovlivnily negativně chuť mladého piva. (9)



Obrázek 7: Začátek, průběh, vrchol a konec tvorby deky primárního zakvašení, Zdroj: archiv autora



Obrázek 8: Spilka – primární neboli hlavní kvašení, Zdroj: archiv autora

4.5.8 Stáčení

Běžně v pivovarech se mladé pivo stáčí do ležáckých nádob. V případě nanopivovarů se v této chvíli stáčí mladé pivo rovnou do láhví. Těsně před lahvováním se vrátí část nezkvašené mladiny zpět do kvasné kádě z důvodu dodání cukru vyžadovaného pro dokvašení a nasycení piva v láhvi CO_2 . Při druhotném kvašení kvasinky spotřebují většinu kyslíku v láhvi a při řádném skladování v temnu a do $20\text{ }^\circ\text{C}$ takto vyrobené pivo lze bez problémů archivovat i po dobu několika let, během kterých pivo plně vyzraje.



Obrázek 9: Stáčení do láhví na druhotné kvašení za pomoci automatického stáčeče. Zdroj: archiv autora

4.5.9 Druhotné kvašení (ležení) piva v láhvi

Minimální doba trvání druhotného kvašení je jeden měsíc pro piva typu Ale, případně tři měsíce pro český ležák až po dva roky potřebné pro dosažení plné vyzrállosti piva typu Imperial Stout 21°. Kvasnice obsažené v mladém pivu po dodání cukru těsně před lahvováním pokračují v takzvaném druhotném kvašení. Proces se zastaví úplným využitím kyslíku a živin potřebných pro kvasný proces a tím se i zakonzervuje pivo uvnitř láhve a kvasnice sedimentují na dno lahve.



Obrázek 10: Ležácký sklep pro druhotné kvašení v láhvi, Zdroj: archiv autora

5 Technické Porovnání Braumeister a BrauEule

5.1 Braumeister – ohřev topnou spirálou

5.1.1 Proces vaření

1. Programování: V závislosti na receptu, Braumeister je naprogramován na požadované varné časy. Proces vaření začne v tom okamžiku, co přepneme režim na automatický. Řídící jednotka vede uživatele všemi kroky a provede čtyři fáze vaření automaticky dále operační jednotka dohlíží se stará o veškeré procesy ohledně teplot, časů a sama upozorňuje na změny a na malém displeji indikuje další krok postupu. Uživatel se pouze řídí pokyny na displeji.

2. Vystírání: V závislosti na receptu a metodě, se voda napustí do varny a zahřeje na 38 °C. Sladový buben se spodním sítem je vložen do své pozice. Našrotovaný slad je opatrně vysypán za soustavného míchání do bubnu a přiklopen horním sítem. Buben je zafixován následně fixační trubkou, dotaženou křídlovou maticí.

3. Vystírání/rmutování: Spustí se pumpa i pozvolný ohřev na nastavené teploty technologických prodlev dle použité receptury. Díky cirkulaci vody je škrob extrahován ze sladu. Příklad technologických prodlev u klasického světlého piva naprogramovaných do řídicí jednotky nanopivovaru:

- 1) Vystírání, 37 °C, 5 minut
- 2) Bílkovinatvorná teplota, 52 °C, 10 minut
- 3) Beta-amyláza (první cukrotvorná prodleva), 63 °C, 30 minut
- 4) Alfa-amyláza (druhá cukrotvorná prodleva), 72 °C, 30 minut
- 5) Odrmutování, 78 °C, 15 minut

4. Vyslazování: Na konci čtvrté fáze zazní signál znamenající konec Vystírání/rmutování a začíná proces Vyslazování. Jedná se o vyjmutí sladového bubnu, krátkého ponechání pro odkapání a dodatečného vyslazení mláta v bubnu předem připravenou vodu ohřátou na 78 °C, tzv. „výstřelky“.

5. Chmelovar: Mladina je vařena s odejmutou poklicí, (z důvodu přidáváním chmelu často následně významně narůstá obsah pěny na povrchu – zamezení překypění) mladina je vařena 90 minut s chmelem několikrát dodávaným v průběhu vaření. Odpařená voda by měla být doplněna novou čerstvou vařící vodou dle požadované výsledné stupňovitosti piva. Na konci chmelovaru opět zazní signál.

6. Chlazení: Bezprostředně po dokončení chmelovaru a po zchlazení mladiny na kvasící teplotu (svrchně kvašené pivo – 16 °C, spodně kvašené pivo – 5 °C) přímo po chmelovaru vložím chladicí spirály nebo výrazně účinnějším deskovým protiproudým výměníkem, v obou případech používáme jako chladicí médium dešťovou vodu z podzemní nádrže o teplotě 10°C. Dochlazení mladiny pro spodně kvašená piva pak vyžaduje použití strojního chlazení.

7. Kvašení/Dozrávání: Mladina zchlazená na kvasnou teplotu se opatrně přelije do spilky (kvasící kádě) vygenerovaný koláč chmelových kalů se nesmí do kvasné kádě dostat, protože by negativně ovlivnil sensorické vlastnosti piva. Při procesu přelévání do kádě je nutno

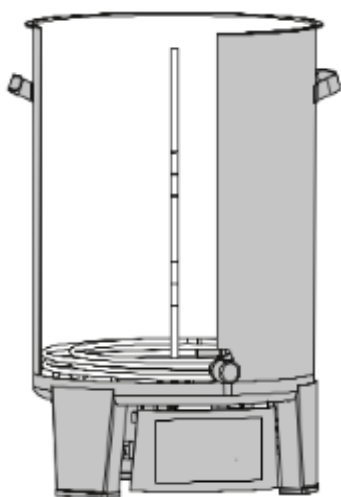


Obrázek 11: Vizuální zobrazení procesu vaření technologií Braumeister, Zdroj: <https://www.speidels-braumeister.de/en/home.html>

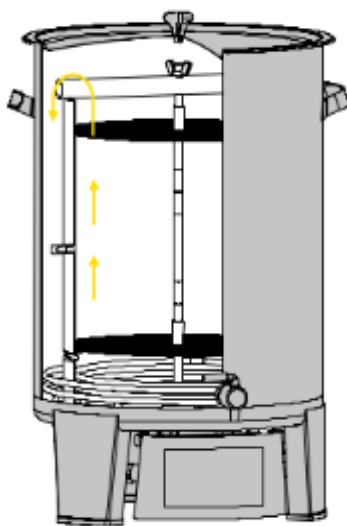
dostatečně prokysličit mladinu. Kvasnice spodní/svrchní se přidávají v průběhu nebo na konci přesunu mladiny do kvasící kádě, nutné je dobré opatrné promíchání. Na základě stupňovitosti/typu piva může primární kvašení trvat od týdne do měsíce. Druhotné kvašení pak od jednoho měsíce až do dvou let.

5.1.2 Technická specifikace

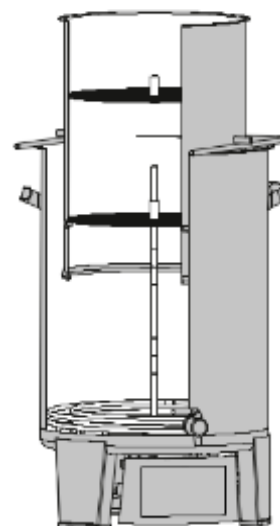
Základní technologie je velice jednoduchá, díky cirkulaci vody vhněné zespoda do sladového bubnu ohraničeného sítí je škrob extrahován z našrotovaného sladu, opouštějící plynulým přetékáním přes horní okraj (Obrázek 14B). Rmutování probíhá pomocí vodní pumpy umístěné ve dně. Nasávací otvor je umístěn na okraji u stěny pánve a vodu/sladinu vyháněný otvor je umístěn uvnitř sladového bubnu. Ohřívání sladu/mladiny je prováděno přímým ohřevem topnou spirálou obtočenou dvakrát okolo průměru pánve. Vyslazování probíhá vytažením sladového bubnu nad hladinu sladiny (Obrázek 14C). K tomu jsou na bocích stěny upevněné dva špalíky naproti sobě. Pomocí nich se buben položí na hranatou tyč tvaru písmene U. Chmelovar probíhá bez přítomnosti vnitřních komponent (Obrázek 14A). (10,15)



Obrázek 14: A) chmelovar



Obrázek 14: B) technologie cirkulace vody se sladem



Obrázek 14: C) proces vyslazování

Obr. 14A, 14B, 14C – Zdroj: <https://www.speidels-braumeister.de/en/service/brochures.html>



Obrázek 15: Braumeister s chladicí spirálou a kvasnou kádí, Zdroj: archiv autora

5.2 BrauEule – ohřev vodní párou

Proces vaření

1. Programování: Podobně jako u předešlé technologie je BrauEule jednoduchá na operaci, do řídicí jednotky vložíme námi vymyšlený recept nebo použijeme přednastavený automatický recept již od výrobce. Před a po důležitých operacích je uživatel obeznámen zvukovým signálem, signalizující jeho nutný zásah pro další zdárné pokračování v procesu vaření. Uživatel provede nutný úkon a potvrdí zeleným tlačítkem splnění. Proces vaření může pokračovat.

2. Vystírání: Voda na vystírku je ve vystírací / rmutovací pánvi. Je ohřívána vodní párou generovanou ve varné pánvi z níž je voda hnaná čerpadlem přes průtokový ohřívač a tangenciálně vstříkovaná zpět do varné pánve, odkud je pod přetlakem až 0,3 baru silikonovou hadičkou vedena do dvojitého perforovaného dna vystírací / rmutovací pánve kde proud bublin ohřívá a současně i intenzivně promíchává dílo. Operační jednotka hlídá teplotu pomocí teplotního čidla a reguluje přívod páry do rmutovací pánve. Dále udržuje technologické pauzy přesně podle přednastaveného programu. Maximální počet možných pauz je šest. Při teplotě 37 °C přidáváme našrotovaný slad a důkladně průběžně promícháváme.

3. Vystírání/rmutování: Pokud budeme vařit pivo podle automatického režimu proces je následující:

- 1) Vystírání, 37 °C, 5 minut
- 2) Bílkovinatá teplota, 52 °C, 10 minut
- 3) Beta-amyláza (první cukrotvorná prodleva), 64 °C, 30 minut
- 4) Alfa-amyláza (druhá cukrotvorná prodleva), 73 °C, 30 minut
- 5) Odrmutování, 78 °C, 10 minut

Na konci je uživatel obeznámen o dokončení zvukovým signálem. Zeleným tlačítkem potvrdí dokončení.

4. Vyslazování: Voda použitá pro výrobu páry na rmutování je odčerpána z varné pánve do kýblů na pozdější vyslazení. Hadička, která přiváděla páru z varné pánve do rmutovací pánve je nyní použita obráceně, tudíž sladina se převede samospádem do varné pánve, konstantní hladina vody pro vyslazení je udržována postupným doléváním přibližně dva centimetry nad nadrceným sladem sesedlým na dno a fungujícím jako účinná filtrační vrstva. Jakmile je celý proces hotov, uživatel stiskem zeleného tlačítka potvrdí dokončení.

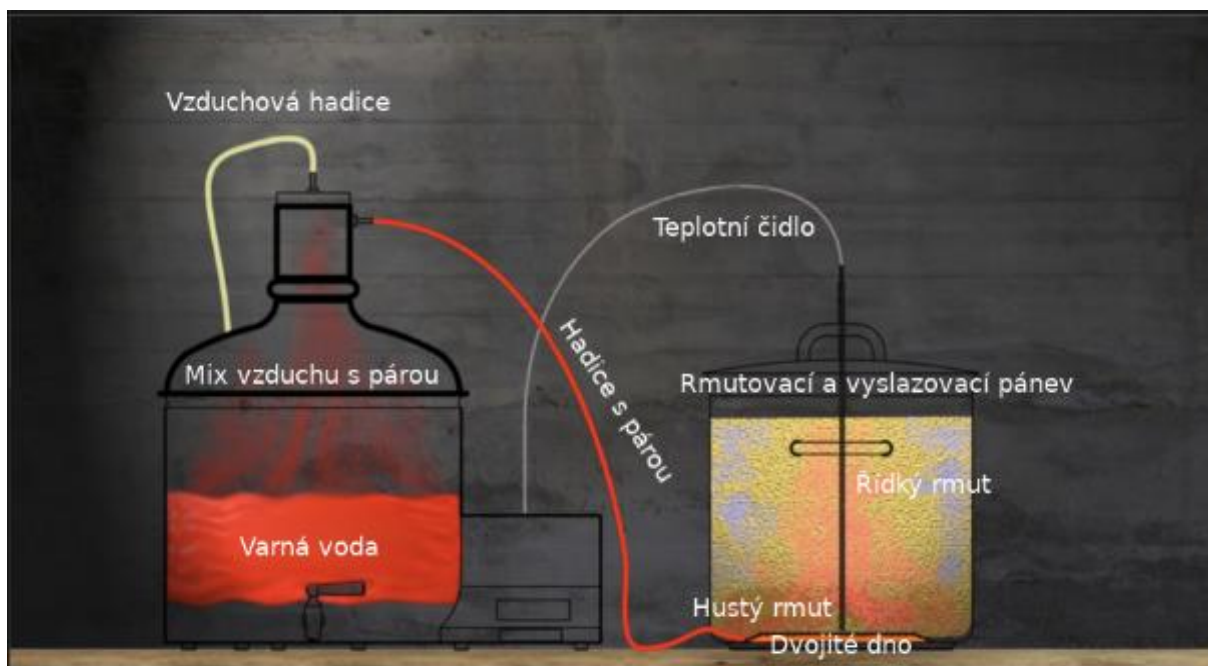
5. Chmelovar: Do varné pánve se přidá první várka chmelu o hmotnosti podle receptu, položí se víko na pánev, utáhnou se obě části spínacím kruhem, hadička se opět připojí na koncovku ve víku varné pánve a potvrdí se tyto úkony zeleným tlačítkem na displeji. Čerpadlo pumpuje mladinu přes průtokový ohřivač a tangenciálně vstříkuje zpět do varné pánve a tím je docílený efekt víru koncentrující pevné částice a kaly ve středu varné pánve což usnadňuje pozdější stočení čisté mladiny. Doba chmelovaru začíná díky pracovnímu přetlaku 0,3 baru již při dosažení 90°C. Poté chmelovar trvá 75 minut. V závislosti na receptu je nutné i opakované dodávání chmelu – pro tuto operaci se BrauEule musí vypnout, počká se 7 minut na vymizení skrytého varu a až poté se může přidat další dávka chmelu druhého a stejným postupem následně i třetího chmelení – jinak hrozí neřízené vytrysknutí vařící mladiny ven z varné pánve. Celkový proces vaření mladého piva trvá 120 minut.

6. Chlazení: Je více způsobů chlazení mladiny. Chladicí spirálou, výměníkem nebo se nechá přes noc zchladit přirozenou cestou. Pokud se jedná o výrobu svrchně kvašeného piva je jakýkoliv postup chlazení mladiny použitelný. Při výrobě spodně kvašeného piva je nutné mít i strojně chlazenou kvasnou kád' napojenou na chladicí médium.

5.2.1 Technická specifikace

Vaření technologií BrauEule se docílí stejné, ne-li lepší kvality výsledného produktu, než jaké je dostupné od velkých pivovarů. Systém BrauEule ohřívá rmut přímým vstříkem páry. Díky tomu kombinuje výhody z obou klasických metod (dekokční a infuzní rmutování). Průchod páry přes dvojité dno ohřívá hustý rmut u dna, rozpouští škrob, formuje pražené aroma a závěrem ohřívá již řidší rmut. Pro mnoho klasických evropských pivních typů je tento styl vaření velmi vhodný. Postup vaření metodou BrauEule bez vnějšího zásahu je spíše bližší dekokční metodě. Pára je vytvářena díky vaření vody ve varné pánvi. Pára je smíchána se vzduchem vhaněným vzduchovou pumpou pomocí vzduchové hadičky a následně dopravena parní hadičkou do dvojitého dna rmutovací pánve. Hustší část rmutu je ve spodní části, přesně kudy se vhaní pára přes dvojité perforované dno do pánve. Horké bublinky s hustším rmutem stoupají nahoru a ohřívají horní část toho řidšího rmutu. Pauzy a teploty jsou udržovány

vestavěným ovladačem. Pokud by uživatel chtěl spíše infuzní proces, musel by v průběhu rmutování více ručně míchat. (2).



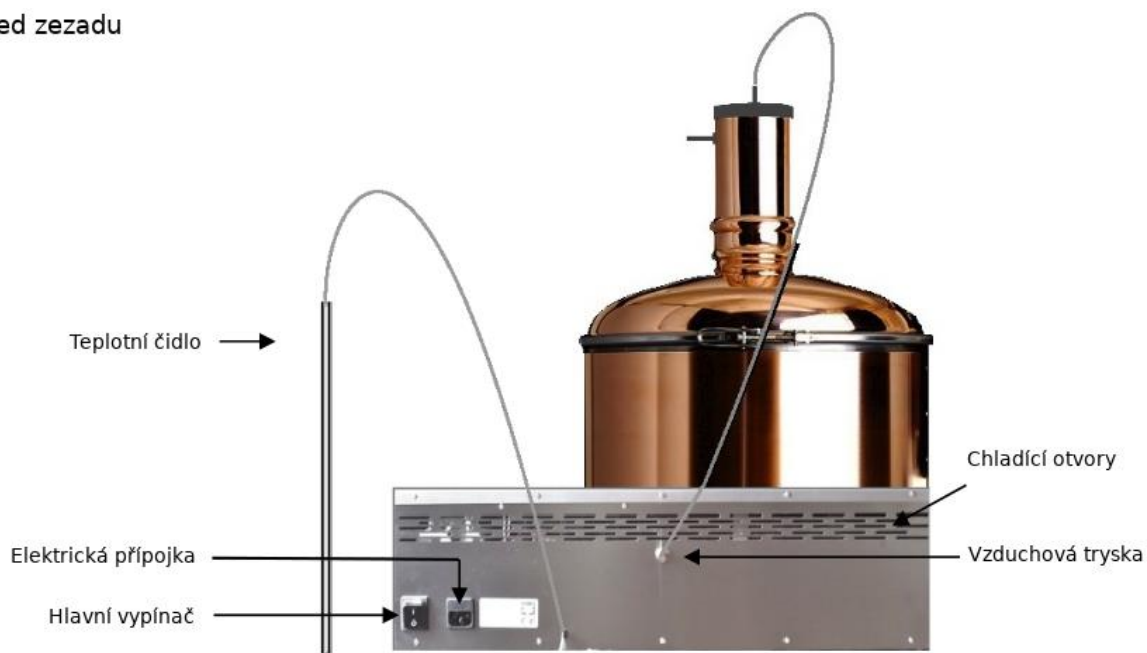
Obrázek 16: BrauEule II Pro, princip ohřevu sladiny za pomoci vodní páry, Zdroj: <https://www.brumas.com/brumas/>

Pohled zepředu

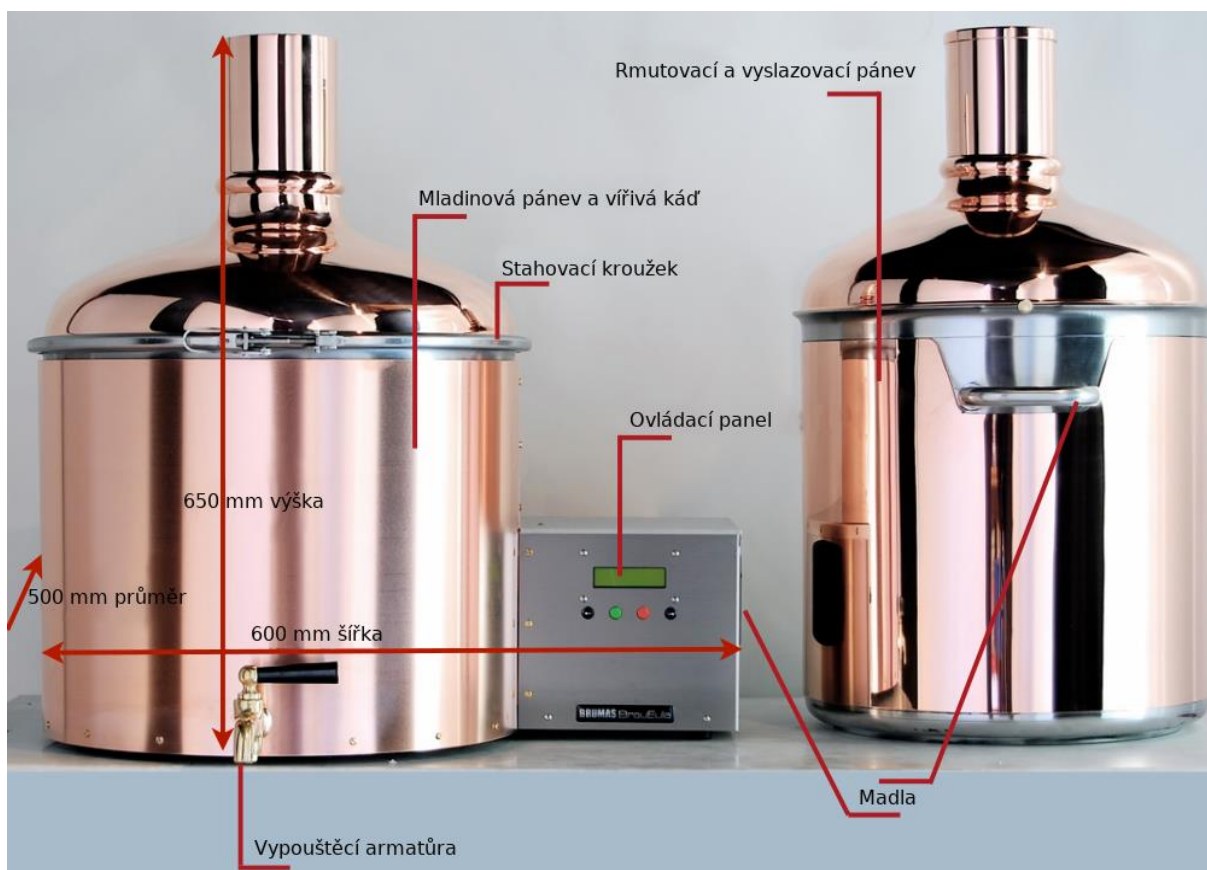


Obrázek 17: BrauEule II Pro, pohled zepředu, Zdroj: <https://www.brumas.com/brumas/>

Pohled zezadu



Obrázek 18: BrauEule II Pro, pohled zezadu, Zdroj: <https://www.brumas.com/brumas/>



Obrázek 19: BrauEule II Pro, výčet komponent, Zdroj: <https://www.brumas.com/brumas/>

6 Ekonomické porovnání Braumeister a BrauEule svrchním kvašením

Pro hodnocení bude základní limitující faktor pro celkový objem uvařeného piva na rok. Podle nejnovější vyhlášky Celního úřadu smí fyzická osoba pro vlastní potřebu uvařit 2000 l piva za kalendářní rok. Proto se bude hodnotit za jak dlouho se téhle hranice docílí každou technologií zvlášť.

Tabulka 3: Společné vstupní hodnoty

Nákladové položky – společné	Ceny včetně DPH
Láhev – typ Longneck	6,19 Kč
Korunka	0,57 Kč
Elektrická energie*	2,821 Kč/kWh
Voda**	101,6 Kč/m ³
Sanitace	10 Kč

Zdroj 3: Vlastní práce autora

Vysvětlivka 1:

*Elektrická energie – cena za spotřebovanou elektrickou energii včetně regulovaných služeb a ostatních daní – sazba D56d

** Veolia, pražské vodovody a kanalizace cena pro rok 2020

Tabulka 4: Ceny sladů, chmele a kvasnic

Slad:	Ceny včetně DPH
Český/Plzeňský	21 Kč/kg
Bavorský	27 Kč/kg
Karamelový	34,5 Kč/kg
Chmel:	
Žatecký poloraný červenák	1,78 Kč/g
Premiant	1,35 Kč/g
Kvasnice:	
SafBrew S-33	59 Kč/ks na jednu várku

Zdroj 4: Autorem upravená předloha – <https://www.hobby.framax.cz/vypocty/varnilist.xls>

6.1 Braumeister

6.1.1 Ekonomická specifikace

Průměrná časová náročnost na várku činí 8 hodin.

Použitý směnný kurz EUR/Kč: 26,10 Kč

Roční lineární odpis varné soustavy na 2 000 l piva na rok, po dobu 5 let.

350 EUR – 9 135- Kč

Prosté náklady, BEZ započítání časové změny hodnoty peněz.

Do ceny každého 0,5 l piva vstupují fixní náklady 2,28 Kč v podobě ročních odpisů.

Použitý varní list na produkci Premium Pilsner ALE 13°.

Výčet použitých vstupních prvků včetně DPH:

Braumeister 1750 EUR = 45 675 Kč

Voda na várku 3,05 Kč



Obrázek 20: Zařízení Braumeister s elektroměrem pro stanovení spotřeby elektrické energie, Zdroj: archiv autora

6.2 BrauEule

6.2.1 Ekonomická specifikace

Průměrná časová náročnost na várku činí 10 hodin.

Použitý směnný kurz EUR/Kč: 26,10 Kč

Roční lineární odpis varné soustavy na 2 000 l piva na rok, po dobu 5 let.

570 EUR – 14 877 Kč

Prosté náklady, BEZ započítání časové změny hodnoty peněz.

Do ceny každého 0,5 l piva vstupují fixní náklady 3,72 Kč v podobě ročních odpisů.

Použitý varní list na produkci Premium Pilsner ALE 13°.

Výčet použitých vstupních prvků včetně DPH:

BrauEule 2 850 EUR – 74 385 Kč

Voda na várku..... 4,06 Kč



Obrázek 21: BrauEule II Pro, Zdroj: archiv autora

7 Náklady

Veškeré náklady se vztahují na jednu várku vyráběného piva. Pivo bylo vařeno stejným způsobem, jen jinou technologií ohřevu díla. Velikost várky hraje roli v celkové kalkulaci ceny na jeden 0,5 l piva. Použil se stejný varní list se stejným procentuálním zastoupením jednotlivých druhů ječného sladu.

Důležitá nákladová položka je chlazení mladiny. Z technologického důvodu nešla provést stejná metoda chlazení u obou technologií vaření.

U Braumeisteru byla použita chladicí spirála vložená dovnitř do varné pánve, následným průtokem studené vody o teplotě 10°C bylo docíleno ochlazení mladiny na zákvasnou teplotu 15°C. Proces chlazení trval přibližně dvě hodiny. Spotřeba chladicí vody činila 792 l.

Přepočet chlazení Braumeisteru, pokud by byl použit stejný deskový výměník jako u BrauEule.

Tabulka 5: Přepočet spotřeby chladicí vody pro deskový výměník – Braumeister

Operace	Množství
Deskový výměník – spotřeba vody – BrauEule	198 l
Počet 0,5 l piv na várku – BrauEule	74 ks
Počet 0,5 l piv na várku – Braumeister	40 ks

Zdroj 5: Vypracováno autorem práce

$$\frac{198}{74} * 40 = 107,027 \cong 107l$$

Tabulka 6: Výsledná přepočtená hodnota na deskový výměník – Braumeister

Výsledek	Množství
Deskový výměník – spotřeba vody – Braumeister	107 l

Zdroj 6: Vypracováno autorem práce

U BrauEule byl použit nerezový deskový protiproudý výměník, kterým protékala chlazená mladina přímo do zákvasné kádě. Proces chlazení trval půl hodiny. Spotřeba chladicí vody o teplotě 10°C činila 198 l.

Vzhledem k informacím zmíněným v předchozích odstavcích byla počítána cena na jeden 0,5 l piva BEZ a s chlazením. Pro případ započítání ceny chladicí vody do kalkulace ceny piva ovlivní použitý spirálový chladič celkovou cenu v neprospěch Braumeisteru, proto autor práce přepočítal spotřebu chladicí vody i pro případ použití stejného deskového výměníku i u chlazení mladiny při technologii Braumeister.

Pro vytvoření varného listu autora bakalářské práce byl použit jako základ varní list od uživatele OK1DDA, který je dostupný na webové stránce (17). Tento varní list byl zásadně přepracován a doplněn o výpočty dávkování dvou druhů chmele, Premiant s vysokým obsahem α hořkých kyselin pro první a druhé chmelení a Žatecký poloraný červeňák, aromatický chmel pro třetí chmelení na dosažení požadované výsledné hořkosti piva. Dále se provedl výpočet stupňovitosti uvařeného piva dle specifické hustoty odečtené refraktometrem a výpočet množství dodané vody pro získání požadované výsledné stupňovitosti piva. Posledním doplňkem tohoto varného listu ze strany autora práce je pak i výpočet potřebného objemu mladiny, potřebné pro zamražení, která se používá pro sekundární kvašení v láhvi.

7.1 Braumeister

7.1.1 Varní list Braumeister

VARNÍ LIST		Braumeister Extended		Číslo várky	0	Rozdíl vama / laboratoř	11	%
- extraktivní bilance vama - spilka		VZOR						
Datum		Druh piva	Premium Pilsner		Stupňovitost	13 °		
Předpis surovin:	Lahvováno	40	Lahvi 0.5 L	30 litrů				
Slad		Chmel						
typ	kg	%						
česky/plzeňský	4,59	65	Objem horké mladiny po chmelovaru		34,5		litrů	
bavorský	1,06	15	Obsah AHK v chmelu (Premiant)		7,89		%	
vídeňský	1,06	15	Výtěžnost chmele		28		%	
karamelový/karapils	0,35	5	Izosloučeniny na ° (stupeň piva)		3,65		mg/l na °	
barvící CARAFA III	0,00	0	Požadovaný obsah izosloučenin		47,5		mg/l	
Celkem slad	7,07	100	Hmotnost chmelového granulátu		71,1		g	
Provedení várky		Čas		Teplota °C		Množství		Poznámky
Operace	od	do	hh:mm					
Šrotování	12:50	12:50				Napustit do Braumeistra		31,0
Mashing / Vystírka	12:50	13:00	0:10	38°C	25,0		litrů	
Prodleva	13:00	13:00					Vystírka celkem počítána nasákovostí sladu: 1kg = objem + cca 0,62l	
přihřívání	13:00	13:15	0:15		Celk. Objem 31,0		litrů	
Protein rest/zapáčka	13:15	13:20	0:05	55°C	5 - 20 min		Proteasa	
přihřívání	13:20	13:31	0:11				Nárůst teploty 1st. - min.	
Maltose rest 1 zcukření	13:31	14:01	0:30	64°C	30 - 40 min		1. zcukření	
přihřívání	14:01	14:22	0:21				Modré pole = program Brau	
Maltose rest 2 zcukření	14:22	14:52	0:30	73°C	25 - 40 min		2. zcukření	
přihřívání	14:52	14:57	0:05					
Odrmutováno	14:57	15:07	0:10	75°C	10 min			
Podrážení / Lauthering	15:07	15:07						
Stékání předku	15:07	15:22	0:15					
Výstřelek 1	15:22	15:32	0:10	75°C	6,3		litrů	
Výstřelek 2	15:32	15:42	0:10	75°C	5,0		litrů	
poslední	15:42	15:42					1kg šrotu pojme (nasákne) asi 1l vody	
Pohromadě	15:42	15:42		Přidat 1. chmelení	29,2		litrů	
Zahřívání do varu	15:42	16:02	0:20	100°C			Potřeba na Chmelovar	
1. chmelení 25%	16:02	16:17	0:15	01:15	01:30		hh:mm	
2. chmelení 50%	16:17	17:17	1:00	01:00			trvání chmelovaru	
3. chmelení 25%	17:17	17:27	0:10	00:10			3.chmel přepočítán na% α kyselin - na Zatecký p. Červeňák	
Chmel celkem					71		g	
1. chmel Premiant do předku					25 %		18 g	
2. chmel Premiant do varu					50 %		36 g	
3. chmel Ž.p.červeňák před koncem			α kyselin %		2,91			
			Přidat Červeňáku g		48			
Dovařeno								
Chlazení	17:27	19:27	2:00		18°C	g/L cukru	g cukru na °	
Celkem čas na várku			06:37	Mladina L	22	8	10	1,32
Výsledné parametry	Mladina	Úprava°	Po Spilce			Přidat L vody - úprava°	0,0	13
Spec. Gravity SG =	1,0540	1,0540	0,0000				22,0	L Celkem uvařeno piva
Stupňovitost Plateau°	13,3	13,3	-616,9	263,6	0,0	Spotřeba vody	6,67	průtok L/min.
	OE orig.	OE adj.	AE	ABWt g/100g	ABV %		533	minut chlazení
Zakvašeno při	18°C	v	19:27	h	spilka	18°C	Kvasnice	Svrchní kvašení SafBrew S-33
Hodnoty v červených polích jsou výpočtová pole.								
Poznámky:								
Použitá voda filtrovaná přes CF200 - aktivní uhlí. Spotřeba elektřiny 7.3 kWh včetně ohřevu 9L vody na vyslazení. Voda na chlazení 10°C - průtok 6,6L za 1 min. nerezovou spirálou, doba chazení 2h na 18 °C.								

Obrázek 22: Varní list Braumeister, Zdroj: značně upravený varní list autorem, <https://www.hobby.framax.cz/vypocty/varnilist.xls>

7.1.2 Náklady na výrobu piva technologií Braumeister

Počet litrů na jednu várku činí 30 l. Z toho je lahvováno z důvodu ztrát pouze 20 l, což je v přepočtu na láhev 0,5 l 40 piv. Spotřeba elektrické energie je o 4.1 KW/h menší i z toho důvodu, že veškerý proces vaření probíhá v jedné nádobě, ale také je ohřívání prvotní vody určené k vystírání rychlejší, není potřeba generovat páru jako u BrauEule II Pro.

Předpis surovin:

Tabulka 7: slad

Typ	Hmotnost kg	Procento %
Český/Plzeňský	4,59	65
Bavorský	1,06	15
Vídeňský	1,06	15
Karamelový/Carapils	0,35	5
Celkem sladu	7,07	100

Zdroj 7: Autorem upravená předloha – <https://www.hobby.framax.cz/vypocty/varnilist.xls>

Tabulka 8: chmel

Název operace	Množství	Měrná jednotka
Obsah AHK v chmelu (Premiant)	7,89	%
Výtěžnost chmele	28	%
Izosloučeniny na ° (stupeň piva)	3,65	mg/l na °
Požadovaný obsah izosloučenin	47,5	mg/l
Hmotnost chmelového granulátu	71,1	g

Zdroj 8: Autorem upravená předloha – <https://www.hobby.framax.cz/vypocty/varnilist.xls>

Tabulka 9: celkové náklady na jednu várku piva s použitím **chladicí spirály, BEZ započítání ceny obalu a BEZ amortizace**

Položka	Cena	Měrná jednotka
Slad český/plzeňský	21	Kč/kg
Slad bavorský	27,4	Kč/kg
Slad karamelový	34,5	Kč/kg
Žatecký poloraný červeňák	1,78	Kč/g
Premiant	1,35	Kč/g
Kvasnice SafBrew S-33	59	Kč/ks jedna várka
El. Energie – spotřeba	7,4	kWh
El. Energie – cena	2,821	Kč/kWh
Sanitace (celkem cca)	10	Kč
Práce (počet hodin)	8	h

Cena za hodinu práce	150	Kč/h
Cena vody na kubík	101,6	Kč/m ³
Cena vody na várku (30 l)	3,048	Kč
Chladící voda – spirála	792	l
Cena vody na chlazení várky	80,47	Kč
Náklady práce na várku	1200	Kč
Náklady celkem na várku BEZ chlazení, práce	255,09	Kč
Náklady celkem na várku s chlazením, BEZ práce	335,56	Kč
Náklady celkem na várku BEZ chlazení, s prací	1455,11	Kč
Náklady celkem na várku s chlazením a prací	1535,56	Kč
Cena za 0,5 l pivo BEZ chlazení, práce	6,38	Kč
Cena za 0,5 l piva BEZ, práce	8,39	Kč
Náklady práce přepočtena na 0,5 l piva	30	Kč
Cena za 0,5 l piva BEZ chlazení	36,38	Kč
Cena za 0,5 l piva	38,39	Kč

Zdroj 9: Autorem značně upravená předloha – <https://www.hobby.framax.cz/vypocty/varnilist.xls>

Tabulka 10: Přepočteny náklady na várku s deskovým výměníkem, BEZ započítání ceny obalu a BEZ amortizace

Operace	Množství	Měrná jednotka
Chladící voda – deskový výměník	107	l
Cena vody na chlazení várky	10,87	Kč
Náklady celkem na várku BEZ chlazení, práce	255,09	Kč
Náklady celkem na várku s chlazením, BEZ práce	265,98	Kč
Náklady celkem na várku BEZ chlazení, s prací	1455,11	Kč
Náklady celkem na várku s chlazením a prací	1465,96	Kč
Cena za 0,5 l pivo BEZ chlazení, práce	6,38	Kč
Cena za 0,5 l piva BEZ, práce	6,65	Kč
Náklady práce přepočtena na 0,5 l piva	30	Kč
Cena za 0,5 l piva BEZ chlazení	36,38	Kč
Cena za 0,5 l piva	36,65	Kč

Zdroj 10: Autorem značně upravená předloha – <https://www.hobby.framax.cz/vypocty/varnilist.xls>

7.1.3 Výpočet nákladů na 0,5 l piva:

Náklady na práci (150 Kč/h) přepočteno na 0,5 l piva:

$$\frac{150 \cdot 8}{40} = 30 \text{ Kč}$$

Přepočet nákladů na chladicí vodu deskovým výměníkem = celkem 107 l vody na várku

Cena jednoho litru vody:

$$\frac{101,6}{1000} = 0,1016 \text{ Kč}$$

Cena chladicí vody na várku:

$$\frac{101,6 \cdot 107}{1000} = 10,87 = 10,9 \text{ Kč}$$

Cena chladicí vody deskovým výměníkem přepočteno na 0,5 l piva:

$$\frac{10,9}{40} = 0,27 \text{ Kč}$$

Tabulka 11: Kupované obaly jsou složeny z ceny obalu s DPH, tj. cena láhve + korunky

Položka	Cena v Kč/ks + DPH
Láhev – typ Longneck	6,19
Korunka	0,57
Celkem za obal	6,76

Zdroj 11: Vypracováno autorem práce

Tabulka 12: Náklady vztaženy na 0,5 l piva s obalem a amortizací

Cena Položky vztažena na jeden 0,5 l piva	Cena Kč/ks
Láhev – typ Longneck	6,19
Korunka	0,57
Obal celkem	6,76
Fixní náklady (amortizace)	2,28
Cena práce	30,00
Cena za 0,5 l piva BEZ chlazení, práce, obalu, amortizace	6,38
Cena za 0,5 l piva BEZ práce, obalu, amortizace, spirála	8,39
Cena za 0,5 l piva BEZ práce, obalu, amortizace, deskový výměník	6,65
Výsledná cena 0,5 l piva, bez chlazení	45,42
Výsledná cena 0,5 l piva – spirála	47,43
Výsledná cena 0,5 l piva – deskový výměník	45,69

Zdroj 12: Vypracováno autorem práce

7.2 BrauEule

7.2.1 Varní list BrauEule

VARNÍ LIST		Braueule II Pro Autobrew		Číslo várky	0	Rozdíl varna / laboratoř	11 %
- extraktivá bilance varna - spilka		VZOR					
Datum		Druh piva	Premium ALE		Stupňovitost	13 °	
Předpis surovin:	Lahvováno		74	Lahvi 0,5 L		40 litrů	
Slad		Chmel					
typ	kg	%					
český/plzeňský	6,12	65	Objem horké mladiny po chmelovaru		46,0	litrů	
bavorský	1,41	15	Obsah AHK v chmelu (Premiant)		7,89	%	
vídeňský	1,41	15	Výtěžnost chmele		28	%	
karamelový/carapils	0,47	5	Izosloučeniny na ° (stupeň piva)		3,65	mg/l na °	
barvicí	0,00	0	Požadovaný obsah izosloučenin		47,5	mg/l	
Celkem slad	9,42	100	Hmotnost chmelového granulátu		94,8	g	
Provedení várky	Čas	Teplota °C	Množství	Poznámky			
Postup - ve výstřicí kádli namíchat vodu na 38 °C, nasypat našrotovaný slad, mezitím připravit hrnec a konev vařící vody do varné kádě - celkem 15 L a pak teprve pustit Autobrew pilotu. Varianta - pustit Autobrew pilotu a při 38 °C vypnout, vysítat a zapnout.							
Operace	od	do	hh:mm				
Šrotování	10:30	11:00	0:30	Namíchat 38 °C vodu	Napustit do výstřicí kádě	33,0	Výstřicka celkem počítána nasávkou sladu: 1kg = objem + cca 0,62l
Mashing / Výstřicka	11:00	11:10	0:10	38 °C	25 L 38 °C vody		
Prodleva	11:10	11:10					
přihřívání	11:10	11:25	0:15		Celk. Objem	33,0	litrů
Protein rest/zapáčka	11:25	11:30	0:05	55 °C	5 - 20 min	Proteasa	Nárůst teploty 1sL - min.
přihřívání	11:30	11:41	0:11				Modré pole = program Brau
Maltose rest 1	11:41	12:11	0:30	64 °C	30 - 40 min	1. zcukření	
přihřívání	12:11	12:32	0:21				
Maltose rest 2	12:32	13:02	0:30	73 °C	25 - 40 min	2. zcukření	Test na zcukření - Jodisol
přihřívání	13:02	13:07	0:05				
Odrmutováno	13:07	13:17	0:10	75 °C	10 min		
Podrážení	13:17	13:17					
Stékání předku	13:17	14:02	0:45				
Výstřelek 1	14:02	14:32	0:30	75 °C		10,0	litrů
Výstřelek 2	14:32	15:02	0:30	75 °C		6,3	litrů
poslední	15:02	15:02					
Pohromadě	15:02	15:02			Přidat 1. chmelení	31,8	litrů
Zahřívání do varu	15:02	15:24	0:22	100 °C			
1. chmelení 25%	15:24	15:39	0:15	01:15		01:15	hh:mm
2. chmelení 50%	15:39	16:39	1:00	01:00			
3. chmelení 25%	16:39	16:49	0:10	00:10			
Chmel celkem						95	g
1. chmel Premiant do předku - přidat před zahájením chmelovaru					25 %	24	g
2. chmel Premiant po varu					50 %	47	g
3. chmel ž.p.červeňák před koncem					25 %	24	g
			α kyselin %	2,91			
			Přidat Červeňáku g	64			
Po konci chmelovaru počkat cca 1h až klesne teplota pod 85 °C - pak stočit přes chladič a filtrační pytlík do kvasné kádě. Deskový chladič dezinfikovat při čištění varné kádě průtokem čisticí vody a při chlazení mladiny pustit chladicí vodu skoro naplno.							
Chlazení	16:49	18:49	2:00		18 °C	q/L cukru	q cukru na °
Celkem čas na várku			08:19	Mladina L	40	8	10
						7,0	2,83
Výsledné parametry	Mladina	Úprava°	Po Spilce		Přidat L vody - úprava°		13
Spec. Gravity SG =	1,0640	1,0540	1,0100			47,0	L Celkem uvařeno piva
Stupňovitost Plateau°	15,6	13,3	2,5	4,5	5,8	Spotřeba vody	6,67
	OE orig.	OE adj.	AE	ABWt g/100g	ABV %		průtok L/min.
Zakvašeno při	18 °C	v	18:49	h	spilka	18 °C	45
					Kvasnice		minut chlazení
							Svrchní kvašení SafBrew S-33
Hodnoty v červených polích jsou výpočtová pole.							
Poznámky:	Spotř. energie = 10,2kWh a 8h55m. Čištění = 1,6 kWh. Spotřeba chladicí vody 10 °C 6,6L za 1 min. - doba chlazení deskovým výměníkem 30 min. Na 18 °C.						

Obrázek 23: Varní list BrauEule, Zdroj: značně upravený varní list autorem, <https://www.hobby.framax.cz/vypocty/varnilist.xls>

7.2.2 Náklady na výrobu piva technologií BrauEule

Jedna várka představuje 40 l. Z toho je lahvováno z důvodu ztrát 37 l, což představuje 74 piv 0,5 l. Z důvodu ohřevu vystírací kádě vodní párou, dochází k pozvolnějšímu zvyšování teploty. To přináší vyšší náklady na spotřebovanou elektrickou energii, za to dojde k lepší sladinné extrakci a nedochází tam k velkým technologickým ztrátám v oblasti výtěžnosti jako je u technologie Braumeister.

Předpis surovin:

Tabulka 13: slad

Typ	Hmotnost kg	Procenta %
Český/Plzeňský	6,12	65
Bavorský	1,41	15
Vídeňský	1,41	15
Karamelový/Carapils	0,47	5
Celkem sladu	9,42	100

Zdroj 13: Autorem upravená předloha – <https://www.hobby.framax.cz/vypocty/varnilist.xls>

Tabulka 14: chmel

Název operace	Množství	Měrná jednotka
Obsah AHK v chmelu (Premiant)	7,89	%
Výtěžnost chmele	28	%
Izosloučeniny na ° (stupeň piva)	3,65	mg/l na °
Požadovaný obsah izosloučenin	47,5	mg/l
Hmotnost chmelového granulátu	94,8	g

Zdroj 14: Autorem upravená předloha – <https://www.hobby.framax.cz/vypocty/varnilist.xls>

Tabulka 15: Celkové náklady na jednu várku piva, **BEZ započítání ceny obalu a BEZ amortizace**

Položka	Cena	Měrná jednotka
Slad český/plzeňský	21	Kč/kg
Slad bavorský	27,4	Kč/kg
Slad karamelový	34,5	Kč/kg
Žatecký poloraný červeňák	1,78	Kč/g
Premiant	1,35	Kč/g
Kvasnice – SafBrew S-33	59	Kč/ks jedna várka
El. Energie – spotřeba	11,4	kWh
El. Energie – cena	2,821	Kč/kWh
Sanitace (celkem cca)	10	Kč
Práce (počet hodin)	10	h

Cena za hodinu práce	150	Kč/h
Cena vody na kubík	101,6	Kč/m ³
Cena vody na várku (40 l)	4,064	Kč
Chladicí voda	198	l
Náklady práce na várku	1500	Kč
Náklady celkem na várku BEZ chlazení, práce	321,45	Kč
Náklady celkem na várku s chlazením, BEZ práce	341,56	Kč
Náklady celkem na várku BEZ chlazení, s prací	1821,45	Kč
Náklady celkem na várku s chlazením, s prací	1841,56	Kč
Cena za 0,5 l piva BEZ chlazení, práce	4,34	Kč
Cena za 0,5 l piva BEZ práce	4,61	Kč
Náklady práce přepočtena na 0,5 l piva	20,27	Kč
Cena za 0,5 l piva BEZ chlazení	24,61	Kč
Cena za 0,5 l piva	24,89	Kč

Zdroj 15: Autorem značně upravená předloha – <https://www.hobby.framax.cz/vypocty/varnilist.xls>

Výpočet nákladů na 0,5 l piva:

$(101,6 \cdot 0,001) \cdot 74 = 4,064$ Kč = cena vody na várku (40 l)

Obaly kupované jsou složeny z ceny obalu s DPH, tj. cena láhve + korunky

$150 \cdot 10 / 74 = 20,27$ Kč Náklady na práci přepočteno na 0,5 l piva

Náklady na práci přepočteno na 0,5 l piva:

$$\frac{150 \cdot 10}{74} = 20,27 \text{ Kč}$$

Cena láhve 6,19 Kč/ks s DPH

Cena korunky 0,57 Kč/ks s DPH

Cena obalu celkem = 6,76 Kč/ks

Tabulka 16

Cena Položky vztažena na jeden 0,5 l piva	Cena Kč/ks
Láhev – typ Longneck	6,19
Korunka	0,57
Obal celkem	6,76
Fixní náklady (amortizace)	3,72
0,5 l piva, bez obalu, bez chlazení mladiny	4,34
0,5 l piva, bez obalu, s chlazením	4,61
Cena práce vztaženo na 0,5 l piva	20,27
Výsledná cena 0,5 l piva, bez chlazení a amortizace	31,37
Výsledná cena 0,5 l piva, s chlazením, bez amortizace	31,65
Výsledná cena 0,5 l piva, bez chlazení	35,09
Výsledná cena 0,5 l piva	35,37

Zdroj 16: Vypracováno autorem práce

8 Daň z piva

Od 1.10.2020 se změnil limit pro vaření piva pro vlastní užití a to následovně. Z 200 l na 2000 l. Díky úpravě zákona č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních, je možné provozovat v domácích podmínkách nanopivovar o již rozumné velikosti várky.

8.1 Kdo může doma vyrábět pivo pro vlastní potřebu

„§ 80 zákona o spotřebních daních stanoví, že domácí výrobu piva může provádět fyzická osoba výhradně pro vlastní spotřebu, pro spotřebu osob tvořících s ní společně hospodařící domácnost, či pro spotřebu osob jí blízkých, nebo jejích hostů. Podobně, jako v případě pěstitelského pálení, je možnost domácí výroby piva vztažena na celou domácnost. Příklad: pokud bude v jedné domácnosti bydlet čtyřčlenná rodina, kde dva bratři budou chtít vyrábět (každý zvlášť) své pivo dle svých představ, musí dohromady dodržet zákonem stanovený limit pro domácnost (2.000 l za kalendářní rok). Domácí výrobci piva (za předpokladu dodržení všech zákonných podmínek) nejsou plátcí spotřební daně z piva, jinak řečeno nemají povinnost se u správce daně (Celní správa ČR) registrovat ke spotřební dani z piva a tuto daň platit.“ (11)

8.2 Zákonné podmínky domácí výroby piva

„Zákon o spotřebních daních v ustanovení § 80 stanoví, že celkové množství doma vyrobeného piva nesmí přesáhnout 2 000 l za kalendářní rok, přičemž toto pivo má být vyrobeno v zařízení pro domácí výrobu piva a dále, že doma vyrobené pivo nesmí být předmětem prodeje. Na stupňovitosti vyrobeného piva (hmotnostní % extraktu původní mladiny) nezáleží. Zařízení pro domácí výrobu piva není zákonem o spotřebních daních dále specifikováno, avšak touto formulací chtěl zákonodárce odlišit zařízení pro komerční výrobu piva od zařízení pro domácí výrobu piva. Zařízení pro domácí výrobu piva tak může existovat v rozsahu od velmi

primitivního provedení (jednoduchá nádoba – hrnec), až po značně sofistikované varní soupravy.“ (11)

8.3 Oznamovací povinnost správce daně

„Ustanovení § 80 odst. 2 zákona o spotřebních daních stanovuje domácímu výrobcí piva povinnost bezodkladně oznámit správci daně datum zahájení výroby, místo výroby a předpokládané množství vyrobeného piva za kalendářní rok. Toto oznámení tedy podává domácí výrobce piva každý kalendářní rok (pokud hodlá v daném roce pivo vařit). Oznámení nemá zákonem stanovenou formu, stačí tedy příslušné informace uvést formou prostého textu.“ (11)

9 Zhodnocení ekonomických nákladů

9.1 Porovnání přímých nákladů BEZ započítání práce a BEZ chlazení

Tabulka 17

Technologie	Kč/ks
Braumeister	
0,5 l piva	15,42
BrauEule	
0,5 l piva	14,82

Zdroj 17: Vypracováno autorem práce

9.2 Porovnání přímých nákladů BEZ započítání práce a s chlazením

Tabulka 18

Technologie	Kč/ks
Braumeister	
0,5 l piva – spirála	17,43
0,5 l piva – deskový výměník	15,69
BrauEule	
0,5 l piva	15,1

Zdroj 18: Vypracováno autorem práce

9.3 Porovnání přímých nákladů započítáním práce a BEZ chlazení

Tabulka 19

Technologie	Kč/ks
Braumeister	
0,5 l piva	45,42
BrauEule	
0,5 l piva	35,09

Zdroj 19: Vypracováno autorem práce

9.4 Porovnání přímých nákladů se započítáním práce a s chlazením

Tabulka 20

Technologie	Kč/ks
Braumeister	
0,5 l piva – spirála	47,43
0,5 l piva – deskový výměník	45,69
BrauEule	
0,5 l piva	35,37

Zdroj 20: Vypracováno autorem práce

9.5 Porovnání výtěžnosti – kolik potřebuji sladu na půl litru piva

Tabulka 21

Typ sladu	Braumeister (kg)	BrauEule (kg)
Český/Plzeňský	4,59	6,12
Bavorský	1,06	1,41
Vídeňský	1,06	1,41
Karamelový/Carapils	0,35	0,47
Celkem	7,07	9,42
Velikost várky (l)	30	40
Počet stočených piv (0,5 l)	40	74
Výtěžnost sladu (kg) na 0,5 l piva	0,18	0,13

Zdroj 21: Autorem upravená předloha – <https://www.hobby.framax.cz/vypocty/varnilist.xls>

Množství sladu potřebné na produkci jednoho 0,5 l piva u technologie Braumeister činí 0,18 kg. U technologie BrauEule činí 0,13 kg. Výsledkem je, že BrauEule pro výrobu jednoho 0,5 l piva potřebuje o 0,05 Kg – tedy o 38,5 % méně sladu – má tedy vyšší výtěžnost než technologie Braumeister.

9.6 Porovnání účinnosti chlazení – Deskovým výměníkem a Chladicí spirálou

U technologie BrauEule lze z konstrukčních důvodů využít pouze deskový protiproudý výměník, Braumeister může využít obojí. Chladicí spirála je jednodušší řešení, ale má značné sníženou účinnost vůči deskovému výměníku. U Braumeisteru lze vidět jednoznačné snížení nákladů na chladicí vodu při použití deskového výměníku oproti chladicí spirále.

Tabulka 22: Porovnání účinnosti chlazení

Chladicí médium	Celkem chladicí vody na várku	Cena chladicí vody na várku	Přepočet nákladů na jedno 0,5 l pivo
Chladicí spirála	798 l	80,47	2,01
Deskový výměník	107 l	10,87	0,27

Zdroj 22: Vypracováno autorem práce

9.6.1 Přepsaný souhrnný výsledek:

Z tabulek č. 17 a 20 je patrné, že rozhodující faktor ve výpočtu ceny 0,5 l piva je vstupní cena nákladů práce přepočtena rovněž na 0,5 l, celkový objem várky a zdali bylo či nebylo použito chladicí médium. Pro objektivitu výsledné ceny 0,5 l piva se přepočítala spotřeba chlazení u Braumeisteru na deskový výměník. Tím se cena za chlazení snížila na 0,27 Kč na jedno 0,5 l pivo. Přepočítáním práce u obou metod na 0,5 l piva se došlo k závěru, že uvařený počet 0,5 l piv měl nejvýznamnější dopad na cenu výsledného piva. Ceny za práci byly dosti podobné, ale co určilo významný cenový rozdíl obou metod byl přepočet práce na jedno 0,5 l pivo. Braumeister se svými 40 pivy na várku měl práci vyčíslenou na 1 200 Kč zato BrauEule se 74 pivy a náklady na práci 1 500 Kč měl přepočítání výhodnější. Cena práce při kalkulaci 150 Kč za hodinu je na jedno pivo Braumeister 30 Kč, zatímco u BrauEule to je jen 20,27 Kč – tedy o 48 % méně.

Z kalkulace vyšlo najevo, že metoda BrauEule je levnější o 10,32 Kč/ks. Celkové náklady na jedno 0,5 l pivo u BrauEule jsou 35,37 Kč, zatímco u technologie Braumeister činí 45,69 Kč – tedy BrauEule vychází celkem 29 % efektivněji.

Braumeister z čistě ekonomických nákladů na jednu várku vychází srovnatelně při nezapočítání nákladů za práci před technologií BrauEule, tedy pro hobby vaření piva je to pracovně jednodušší a i ekonomicky schůdný začátek.

Tabulka č. 20 Braumeister – cena práce 150 Kč/h 8 h * 150 / 40 = 30 Kč na 0,5 l piva celková cena piva 45,69 Kč.

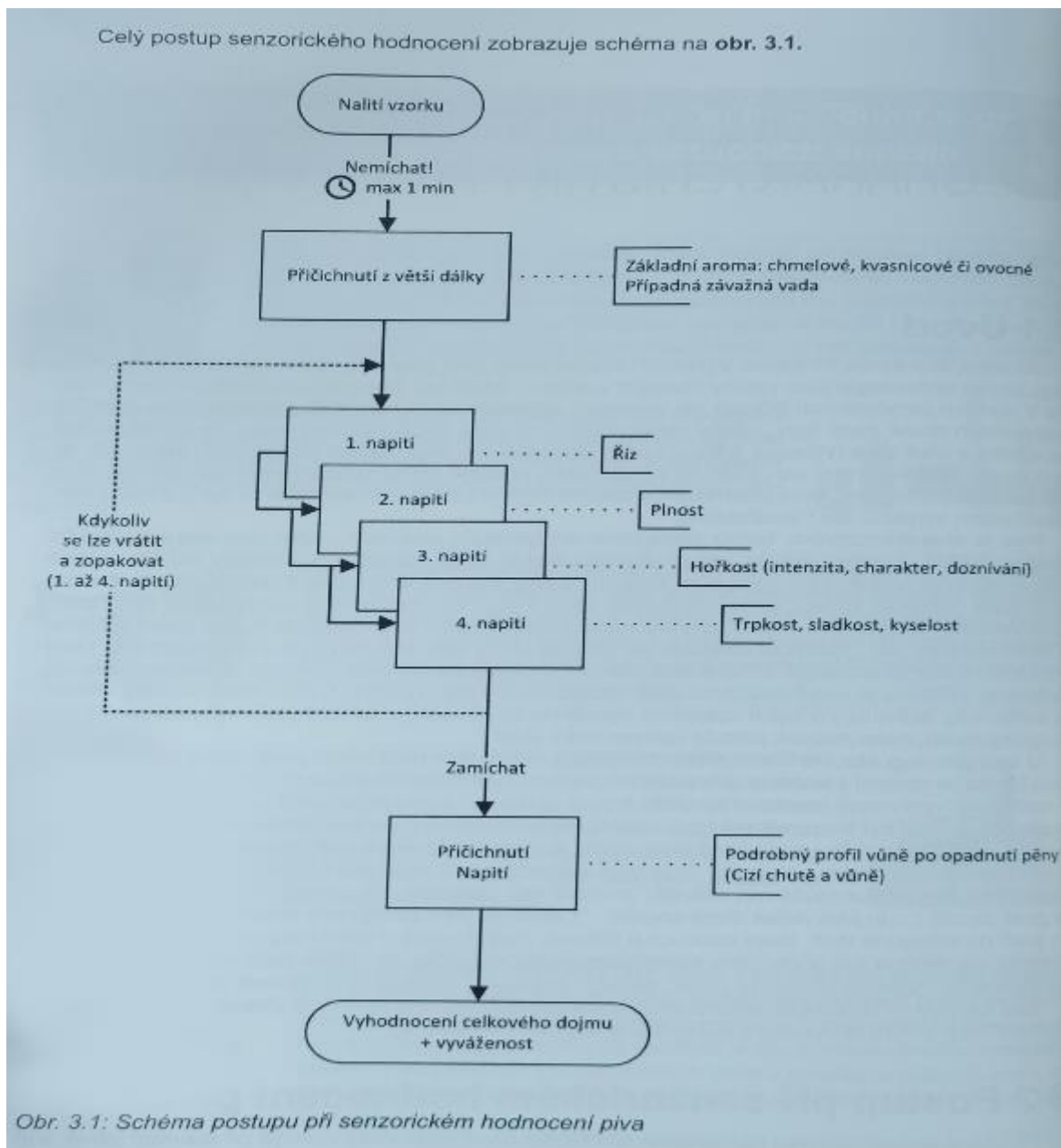
Tabulka č. 20 BrauEule – cena práce 150 Kč/h * 10 h * 150 / 74 = 20,27 Kč na 0,5 l piva celková cena piva 35,37 Kč.

O 10,32 Kč je levnější BrauEule – při započítání práce, bez práce o 0,59 Kč.

10 Základní sensorické charakteristiky piva

Pivo lze na základě jasně definovaných charakteristik hodnotit a to zejména extraktem původní mladiny (EPM), zbytkovým extraktem, obsahem alkoholu, barvou, číroostí, obsahem hořkých látek a mnoho dalších. Díky sofistikovaným moderním analytickým postupům se dá v pivu zjistit chemické složení. I přes to má sensorická analýza své nezastupitelné místo při hodnocení piva. Přínos sensorické analýzy je především v tom, že chemickým rozborem nelze komplexně posoudit vjem, tak i jednotlivé chuťové parametry, které významně jinak působí na konzumenta piva. Hlavním důvodem je velké množství látek v pivě. Počet látek v pivě může být i přes 1000. Tyto látky jsou převážně sensoricky aktivní a vzájemným působením se mohou zesílit či potlačit. (12)

U laických degustací se hodnotí spíše subjektivně. Odborné hodnocení se naopak zaměřuje převážně na objektivní hodnocení s jasně definovaným sensorickým popisem. Cílem je, aby sensorický popis jednoho člena komise byl srozumitelný i zbylým hodnotitelům. Proto jsou jednotlivé chutě a vůně charakteristicky přehledně odděleny od zbylých a zkušený degustátor musí umět pojmenovat a určit intenzitu na zvolené stupnici. Tím se liší laik od školeného hodnotitele. Nezkušený degustátor může mít citlivější vnímání než školený profík, ale pokud nebude schopen jasně a srozumitelně popsat, co cítí, zůstane jeho citlivější vnímání nevyužito. (12)



Obrázek 24: Schéma postupu při sensorickém hodnocení piva, Zdroj: (12)

10.1 Párová porovnávací zkouška

Pro účely bakalářské práce bude dostačující použití párové zkoušky. Především z hlediska jednoduchosti a minimální znalecké zkušenosti. Princip párové zkoušky je, že hodnotitel obdrží dva vzorky a má za úkol rozeznat rozdíly mezi nimi (jednalo by se o oboustranný rozdílový test) nebo podle svého uvážení vyhodnotí jeden ze vzorků lepší (oboustranný preferenční test). Hodnocení se zapíše do jednoduchého formuláře. (12)

Párová zkouška – rozdílový test	
Jméno:	Datum
Cíl: určení vyšší intenzity parametru	
Úkol: u předložené dvojice vzorků rozhodněte, ve kterém vzorku je vyšší intenzita sledovaného parametru; tento vzorek označte křížkem.	
A	B
 podpis

Párová zkouška – preferenční test	
Jméno:	Datum
Cíl: určení oblíbenosti vzorku	
Úkol: u předložené dvojice vzorků rozhodněte, který vzorek vám více chutná; tento vzorek označte křížkem.	
A	B
 podpis

Obr. 6.5: Příklady formuláře pro párovou zkoušku

Obrázek 25: Příklady formulářů pro párovou zkoušku, Zdroj: (12)

11 Porovnání ekonomiky domácí produkce s produkcí dostupnou v obchodním řetězci

Vstupní hodnoty pro účely kapitoly porovnání ekonomiky domácí výroby piva s produkcí dostupnou v obchodním řetězci byl použit Makro leták s názvem PIVO A KLOBÁSA pro období od 29. 4. – 26. 5. 2020. Jedná se pouze o informativní hodnocení. Cena domácího piva je složena ze vstupních surovin, energie a s připočítanou prací. Zato piva dostupná ve velkoobchodním řetězci jako je třeba Marko se do ceny piva dále započítávají náklady na práci, distribuci, DPH, marketing a dalších nákladů s velkovýrobou spojených.

Tabulka 23: Obecné porovnání domácí výroby svrchně kvašeného piva s velkovýrobou, nabízenou ve velkoobchodním řetězci Makro

Pivo ve skle svrchně kvašené	Cena piva v Kč+DPH	Přepočet na 500 ml v Kč+DPH
Domácí pivo Premium Pilsner Ale 13⁰		
pivo – Brameister	45,69	45,69
pivo – BrauEule	35,37	35,37
Velkoobchodní řetězec Marko		
Albrecht APA 12	104,06 (750ml)	69,37
Albrecht IPA 15	98,62 (700ml)	70,44
Affligem Blonde	24,08 (300ml)	40,13
Bernard IPA Bohemian Ale	28,92	28,92
Falkenštejn APA 13 (PET)	77,32 (1000ml)	38,66
Leffe	33,76 (330ml)	51,15
Malešov India Pale Ale 14	50,70 (330ml)	76,82
Malešov Paka Summer Ale 9	84,58 (750ml)	56,39
Permon Sherpa IPA 16	48,28	48,28
Podleská IPA	80,95 (1000ml)	40,48
Raven White IPA	93,05 (700ml)	66,46
Robinsons Old Tom	44,65 (330ml)	67,65
Starobrno Craft (plechovka)	18,03	18,03
Wells Bombardier	44,65	44,65
Wychwood Hobgoblin	48,28	48,28
Zichovec Mosaic Ale 12	91,84 (750ml)	61,23

Zdroj 23: Vypracováno autorem práce s pomocí předlohy, (13)

Z tabulky 23 je patrné, že trh se svrchně kvašeným pivem je značně pestrý a ve velkém cenovém rozpětí. Pivo autora bakalářské práce Premium Pilsner Ale 13⁰ vychází, bez započítání obchodní marže při zohlednění všech nákladů na jeho výrobu ve středu cenové nabídky na trhu. Není to vůbec špatný výsledek pro nanopivovar BrauEule II Pro s objemem varné pánve pouhých 34 litrů mladiny.

12 Zhodnocení nákladů s přihlédnutím na limitaci maximální roční produkce

Jedná-li se o domácí výrobu piva, pak se domácnost, která vyrábí pivo řídí zákonem č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních, kde § 80 jasně definuje maximální možnou míru litrů vyrobených pro vlastní potřebu. V posledním znění smí domácnost uvařit 2 000 l piva za kalendářní rok.

Po předešlém ustanovení se lze podívat na situaci výroby piva z jiného úhlu, a to tedy jak dlouho by trvalo jednou z metod vyčerpat stanovený limit.

12.1 Stanovení fixních veličin:

Vaření piva se bude provádět jednou denně.

Zanedbá se případný limitující faktor nedostatku kapacit kvasných kádí a dostatečného místa na spilce.

Limitující bude maximální objem uvařeného piva, tedy 2 000 l (4 000 půl litrových láhví) na kalendářní rok.

12.1.1 Braumeister – časová náročnost

Jedna várka činí 40 lahví 0,5 l piva na jeden pracovní den. To znamená, že se roční limit vyčerpá za 100 dní.

Výpočet: $4000 / 40 = 100$ dní

12.1.2 BrauEule – časová náročnost

Jedna várka činí 74 lahví 0,5 l piva na jeden pracovní den. To znamená, že se roční limit vyčerpá za 54 dní.

Výpočet: $4000 / 74 = 54,05$ dní

12.2 Výsledek fixních veličin

Výsledkem je situace, kdy technologii BrauEule stačí 54 % času potřebovaného Braumeisterem na vyčerpání limitu stanoveného zákonem. Po uvážení těchto faktorů, vychází BrauEule výhodněji, a to z jednoho prostého důvodu, vyprodukuje v jedné várce o 34 x 0,5 l piv více než Braumeister.

13 Závěr

Byly porovnávány dvě technologie vaření piva, vhodné pro domácí podmínky, tedy technologii Braumeister, charakteristickou infuzním vařením, kdy se pro ohřev používá topná spirála přímo u dna varné nádoby s technologií BrauEule s parním ohřevem, která se řadí blíže k infuzní než k dekokční metodě vaření piva. Dále byly hodnoceny ekonomické aspekty výroby piva dvěma rozdílnými technologiemi a jejich dopad na výslednou cenu vztaženou na objem piva 0,5 l. Cena byla dále porovnávána s cenou řemeslných piv dostupných v obchodním řetězci Makro.

Cílem bakalářské práce bylo porovnat ekonomické náklady vztažené ke dvěma různým způsobům výroby piva. Použitý technologický proces je shodný s procesem, používaným ve velkých pivovarech, rozdíl byl pouze v podmínkách práce nanopivovaru se zachováním časové náročnosti, preciznosti přípravy a dodržení hygienických předpisů. Dále předložená práce řeší nákladovou stránku výroby piva v domácích podmínkách při zachování stejného procesu výroby piva, jak probíhá v pivovarech.

Při domácí výrobě byly použity letité zkušenosti otce autora této práce, který ho přivedl k vaření domácího piva, využité zejména při experimentování s různými druhy ječného sladu při dodržení principů, prvně sepsaných v zákoně z roku 1516 zvaný v němčině Reinheitsgebot neboli zákon o čistotě piva, kdy se smí vařit pivo pouze ze základních surovin – sladu, chmele a vody – a kvasnic, které tehdy ještě sládcí neznali.

Pivo bylo vařeno podle stejné receptury dvěma různými technologickými způsoby ohřevu. Byly zaznamenávány veškeré vstupní veličiny, například spotřeba el. energie, vody, surovin a přepočítávány všechny náklady na 0,5 l piva.

Závěrem lze konstatovat, že nelze pouze hodnotit jednoznačného vítěze z ekonomického hlediska, ale ze součtu spektra hledisek. Je nutné hodnotit podle nákladů, velikosti várky, sensorického ohodnocení a dalších kritérií. Obě technologie mají klady a zápory. U Braumeisteru převládá rychlejší, kompaktnější a zjednodušená manipulace při výrobě, s výsledkem opravdu dobrého piva, ale kde Braumeister ztrácí ve srovnání s BrauEule je jednoznačně o třídu lepší a kvalitnější vyrobené pivo z tohoto nanopivovaru. Díky lepší výtěžnosti sladu dokáže varna BrauEule II Pro vyprodukovat větší a kvalitnější množství piva. Při chuťové komparaci jednoznačně vítězí BrauEule. U svrchně kvašených piv má značně jemnější a rozvinutější paletu jednotlivých chutí. Ve všech sensorických oblastech BrauEule vede jednoznačně nad Braumeisterem.

Větší pivovar je ekonomičtější, technologický proces má obdobnou časovou náročnost, jen déle trvá počáteční nahřátí varné pánve, kde se celý její objem musí nejdříve uvést do varu, aby počala generace páry, která teprve ohřívá vystírací a rmutovací pánev. Oproti tomu Braumeister topnou spirálou vyhřívá přímo celé dílo. Pokud se nezapočítá práce tak Braumeister je

srovnatelný, při připočtení práce je pivo BrauEule levnější, z důvodu zmíněných v předešlém odstavci.

Na základě získaných zkušeností lze konstatovat, že pro domácího začátečníka je jednoznačné doporučení pořízení nejprve systém Braumeister. Pokud by se člověk cítil na to pozvednout svůj um výše i přes větší prvotní investici, autor práce může jen doporučit BrauEule.

Do magisterské práce bude plánováno rozšíření porovnání obou technologií ohřevu díla i na oba typy kvašení svrchního i spodního, jejich ekonomické i senzorické srovnání a zhodnocení.

14 Seznam použitých zdrojů

1. **Faměra, J.**, *Výroba piva*. Pivovarská škola školící a informační středisko projekt č. JPD 3/263. 2012.
2. **Rothbauer, V.**, <https://www.brumas.com/brumas>. <https://www.brumas.com/>. [Online] 2009-2015. [Citace: 6. Únor 2021.] <https://www.brumas.com/brumas/BRUMAS-Braumaschinen/BrauEule-III-Pro-Set-mit-LaeuterTopf-Kupfer::98.html>.
3. **Chládek, L.**, *Pivovarnictví*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2011, 2011. 978-80-247-6623-2.
4. **Hittinger, Ch., and team.**, pnas.org. *Microbe domestication and the identification of the wild genetic stock of lager-brewing yeast*. [Online] PNASnews@nas.edu, Leden 1997. [Citace: 4. Květen 2021.] <https://www.pnas.org/content/108/35/14539.short>.
5. **Košňovský, J.**, fa Mr. Sládek s.r.o. <https://www.mr-sladek.cz>. [Online] 2008–2015 Mr. Sládek s.r.o., 2008. [Citace: 4. Květen 2021.] <https://www.mr-sladek.cz/rady/32-svrchni-spodni-kvaseni>.
6. **Prokeš, J.**, *Druhy sladů*. PRAHA: Pivovarská škola školící a informační středisko Projekt č. JPD 3/263, 2012.
7. **Klusáček, K.**, <https://eshop.sladovna-kounice.cz/Plzensky-slad-Pilsner-Floor-Malt-d1.htm>. <https://eshop.sladovna-kounice.cz/>. [Online] www.eshop-rychle.cz. [Citace: 4. Únor 2021.] <https://eshop.sladovna-kounice.cz/>.
8. **Klusáček, K.**, <https://eshop.sladovna-kounice.cz/Mnichovsky-slad-I-Munich-Floor-Malt-I-d5.htm>. <https://eshop.sladovna-kounice.cz/>. [Online] www.eshop-rychle.cz. [Citace: 4. Únor 2021.] <https://eshop.sladovna-kounice.cz/>.
9. **Basařová G., Šavel J., Basař P., Lejsek T.**, *Pivovarnictví teorie a praxe výroby piva*. Praha: VŠCHT Praha, 2010. ISBN 978-80-7080-734-7.
10. **Braumeister, Pivovary Speidel.** pivovary-braumeister.cz. www.speidel-behaelter.de/en. [Online] 2018 - tvorba webu HLT creation, 2018. [Citace: 4. Květen 2021.] <https://www.pivovary-braumeister.cz/vyhody/>.
11. **Čermák, V.**, Celní správa ČR. *Celní správa ČR*. [Online] [Citace: 3. Duben 2021.] <https://www.celnisprava.cz/cz/dane/spotrebni-dane/Stranky/default.aspx>.
12. **Olšovská, J., a kolektiv.** *Senzorická analýza piva*. PRAHA: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Praha 2017. 978-80-86576-74-9.
13. **www.makro.cz, Cash & Carry** -. Pivo a Klobása. *Makro aktuální letáky*. 29. 4. – 26. 5. 2020, 2020, 10.

14. **Berková, H.**, <https://www.irozhlas.cz/veda-technologie/historie/>. *irozhlas.cz*. [Online] český rozhlas, 16. srpen 2018. [Citace: 2. únor 2021.] https://www.irozhlas.cz/veda-technologie/historie/pivo-brcko-mezopotamie-voda-archeologie-skotsko_1808160703_jgr.
15. **Speidel Tank – und Behälterbau, GmbH.**, <https://www.speidels-braumeister.de/de/service/beratung.html>. *www.speidels-braumeister.de*. [Online] [Citace: 6. Únor 2021.] <https://www.speidels-braumeister.de/de/service/broschuere.html>.
16. **Chládek, L.**, Užitný vzor č. CZ 104 09 U1/2000. <https://upv.gov.cz/> [Online] [Citace: 10. Květen 2021.] <https://isdv.upv.cz/doc/FullFiles/UtilityModels/FullDocuments/FDUM0010/uv010409.pdf>
17. **OK1DDA.**, <https://www.hobby.framax.cz/vypocty/varnilist.xls>, www.hobby.framax.cz [Online] – tvorba webu WordPress | Arthemias theme by Michael Hutagalung. [Citace: 1. Květen 2021.]

15 Seznam obrázků

Obrázek 1: 3600 BC – díky pradávným Sumerům máme nejstarší zachované dokumenty o pití piva, Zdroj: https://www.irozhlas.cz/veda-technologie/historie/	3
Obrázek 2: Grafické vyobrazení cesty ležácké kvasinky z Patagonie do Evropy před 500 lety. Ilustrace od Barry Carlsen, Zdroj: https://web.archive.org/web/20141109070227/http://www.geneticarchaeology.com/research/500_years_agoYeasts_epic_journey_gave_rise_to_lager_beer.asp	4
Obrázek 3: Tabulka pro přepočítání stupňovitosti, specifickou hustotu a % alkoholu byla sestavena na základě informací získaných z webové stránky: https://www.brewersfriend.com/	8
Obrázek 4: Zleva: Mlýnek značky matmill na šrotování sladu, Přístroj na měření, Síta, Zdroj: Zleva archiv autora, archiv L. Chládková	9
Obrázek 5: Zařízení BrauEule II Pro, vystírací kád' po odrumtování před vyslazováním, Zdroj: archiv autora	13
Obrázek 6: Zařízení Braumeister – vyslazování, v popředí hrnek s vyslazovací vodou ohřátou na 78 °C, Zdroj: archiv autora	13
Obrázek 7: Začátek, průběh, vrchol a konec tvorby deky primárního zakvašení, Zdroj: archiv autora	15
Obrázek 8: Spilka – primární neboli hlavní kvašení, Zdroj: archiv autora	16
Obrázek 9: Stáčení do láhví na druhotné kvašení za pomoci automatického stáčeče. Zdroj: archiv autora	16
Obrázek 10: Ležácký sklep pro druhotné kvašení v láhvi, Zdroj: archiv autora.....	17
Obrázek 11: Vizualizace procesu vaření technologií Braumeister, Zdroj: https://www.speidels-braumeister.de/en/home.html	18
Obrázek 14: A) chmelovar	19
Obrázek 14: B) technologie cirkulace vody se sladem.....	19
Obrázek 14: C) proces vyslazování	19
Obrázek 15: Braumeister s chladicí spirálou a kvasnou kádí, Zdroj: archiv autora.....	20
Obrázek 16: BrauEule II Pro, princip ohřevu sladiny za pomoci vodní páry, Zdroj: https://www.brumas.com/brumas/	22
Obrázek 17: BrauEule II Pro, pohled zepředu, Zdroj: https://www.brumas.com/brumas/	22
Obrázek 18: BrauEule II Pro, pohled zezadu, Zdroj: https://www.brumas.com/brumas/	22
Obrázek 19: BrauEule II Pro, výčet komponent, Zdroj: https://www.brumas.com/brumas/	22
Obrázek 20: Zařízení Braumeister s elektroměrem pro stanovení spotřeby elektrické energie, Zdroj: archiv autora	25
Obrázek 21: BrauEule II Pro, Zdroj: archiv autora	26

Obrázek 22: Varní list Braumeister, Zdroj: značně upravený varní list autorem, https://www.hobby.framax.cz/vypocty/varnilist.xls	29
Obrázek 23: Varní list BrauEule, Zdroj: značně upravený varní list autorem, https://www.hobby.framax.cz/vypocty/varnilist.xls	33
Obrázek 24: Schéma postupu při sensorickém hodnocení piva, (12)	41
Obrázek 25: Příklady formulářů pro párovou zkoušku, (12)	42

16 Seznam tabulek

Tabulka 1: Parametry Pfundstadského prosévadla a složení hrubého a jemného šrotu	10
Tabulka 2: Příklad procesu rmutování + technologické přestávky	11
Tabulka 3: Společné vstupní hodnoty	24
Tabulka 4: Ceny sladů, chmele a kvasnic.....	24
Tabulka 5: Přepočet spotřeby chladící vody pro deskový výměník – Braumeister	27
Tabulka 6: Výsledná přepočtená hodnota na deskový výměník – Braumeister.....	27
Tabulka 7: slad	30
Tabulka 8: chmel	30
Tabulka 9: celkové náklady na jednu várku piva s použitím chladící spirály, BEZ započítání ceny obalu a BEZ amortizace.....	30
Tabulka 10: Přepočteny náklady na várku s deskovým výměníkem, BEZ započítání ceny obalu a BEZ amortizace	31
Tabulka 11: Kupované obaly jsou složeny z ceny obalu s DPH, tj. cena láhve + korunky	32
Tabulka 12: Náklady vztaženy na 0,5 l piva s obalem a amortizací	32
Tabulka 13: slad	34
Tabulka 14: chmel	34
Tabulka 15: Celkové náklady na jednu várku piva, BEZ započítání ceny obalu a BEZ amortizace.....	34
Tabulka 16.....	36
Tabulka 17.....	37
Tabulka 18.....	37
Tabulka 19.....	38
Tabulka 20.....	38
Tabulka 21.....	38
Tabulka 22: Porovnání účinnosti chlazení	39
Tabulka 23: Obecné porovnání domácí výroby svrchně kvašeného piva s velkovýrobou, nabízenou ve velkoobchodním řetězci Makro	43