

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta**

**Katedra technologických zařízení staveb**



**Diplomová práce**

**Rozšíření restauračního zařízení o minipivovar**

**Jakub Tuháček**

© 2017 v Praze

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Rozšíření restauračního zařízení o minipivovar“ vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom že, na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla

V Praze dne 26. 3. 2017

---

## Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Ladislavu Chládkovi CSc. za odborné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a psaní této práce. Dále děkuji Jaroslavu Peštálovi za poskytnutí podkladů pro vypracování návrhu projektu diplomové práce.

# Rozšíření restauračního zařízení o minipivovar

---

## The extension of restaurant by craft brewery

### Souhrn

Práce se zabývá všestranným pohledem na podnikatelský záměr rozšíření stávajícího provozu restaurace o technologickou část na výrobu piva. Ke konci roku 2016 je na území ČR registrováno přesně 327 řemeslných pivovarů s neustále rostoucí tendencí.

V práci je zmíněna široká škála dostupných technik, které dnes na trh přináší strojírenské firmy specializující se na oblast potravinářství. Dále je zmíněno, jaké zdroje je potřeba pro správný chod minipivovaru zajistit.

### Summary

Thesis deals with the all-round view on business plan of expansion of existing restaurant by the technological part of beer production. At the end of 2016 there are 327 registred microbreweries and the number is still rising.

Thesis mentions a wide variety of techniques available today on market brings engineering companies specializing in the area of food production. It also mentions what resources are needed to ensure proper operation of craft brewer.

**Klíčová slova:** řemeslný pivovar, projekt, technologie, výroba piva

**Keywords:** craft brewery, design, technology, beer production

# OBSAH

1	ÚVOD	9
2	CÍL PRÁCE	10
2.1	Úkoly práce	10
3	TEORETICKÁ VÝCHODISKA	11
3.1	Technologie výroby piva	13
3.2	Pivovarská technika	18
3.3	Vliv technologického zařízení	22
3.4	Další zákonné normy	23
4	VLASTNÍ ŘEŠENÍ	27
4.1	Kapacitní výpočty	27
4.2	Stanovení plochy pivovaru	29
4.3	Návrh technologického zařízení	29
4.4	Výkon ohřevu	33
4.5	Výkon chlazení	35
4.6	Rozmístění strojů a zařízení v provozu	40
4.7	Sklady a skladování	44
4.8	Manipulace s materiálem	46
4.9	Ekonomika	48
5	SEZNAM STROJŮ A ZAŘÍZENÍ	53
6	VÝSLEDKY A DISKUZE	54
7	ZÁVĚR	56

## Seznam použitých symbolů a zkratek

BSK	biologická spotřeba kyslíku
CIP	sanitace vnitřních povrchů strojního zařízení
CKT	cylikdrokónický tank
ČKAIT	Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě
ČSN	Česká technická norma
DIN	Německá průmyslová norma
DN	jmenovitý průměr
EN	evropská norma
EPM	extrakt původní mladiny
FIFO	první do skladu, první ze skladu
HACCP	analýza nebezpečí a kritické kontrolní body
HGB	moderní způsob výroby piva v průmyslových pivovarech (high gravity brewing)
ISO	Mezinárodní institut pro standardizaci
KEG	válcový transportní sud
PPM	počet částic na jeden milion

# 1 ÚVOD

Diplomová práce se zabývá problematikou řemeslných pivovarů (tzv. minipivovarů), které zaznamenaly na území ČR veliký vzestup. Zejména se práce zaměřuje na návrh technologie pivovaru umístěného v restauraci. Tento postup je v dnešní době tradiční a pivovar bez přidružené restaurace se hůře uplatňuje na trhu s pivem.

Projekce technologických zařízení staveb spočívá v rozboru a zpracování technické dokumentace, rozmístění a organizací jednotlivých pracovišť a kategorizaci výrobního procesu. V práci je zmíněn postup při návrhu řemeslného pivovaru do existující restaurace.

V první řadě by měly být zmíněny základní předpoklady pro realizaci investičního záměru stavby řemeslného pivovaru. Jedná se zejména o úvahu, zda pivovar stavět. Dále si investor musí rozmyslet, jak by měl výsledný produkt vypadat. Na základě těchto informací je již možno začít tvořit prvotní návrh a určit požadavky na zdroje a plochu pro umístění technologií. Investor si dále musí uvědomit, z jakých zdrojů bude celý projekt financován. Součástí přípravy projektu by měla být dokumentace pro výběrová řízení na hlavní komponenty pivovaru. Zadávání a následný výběr těchto zařízení by mělo být závislé na kapacitních požadavcích provozu, pořizovací ceně, provozní ceně, záručního a pozáručního servisu a dalších entitách.

K vypracování práce je použito znalostí pivovarnictví, technologie výroby potravin, projektování technologických zařízení a obecné poznatky z termomechaniky a hydromechaniky. Jedná se tak o zakončení studia procesního inženýrství a využití znalostí fungování technologických zařízení staveb.

## 2 CÍL PRÁCE

Posoudit vhodnost stávajícího restauračního zařízení o řemeslný pivovar z hlediska stávající stavební plochy, navrhnout roční kapacitu výroby piva s ohledem na počet míst v restauraci, půdorysné umístění jednotlivých souborů řemeslného pivovaru, provést výpočty spotřeby tepelné energie, chladicího příkonu, spotřeby vody a dalších zdrojů, řešit emise apod.

Zadání majitele restaurace, které musíme dodržet, je následující: „Návrh projektu na veškerou technologii spjatou s procesem výroby českého piva a její umístění do provozu restaurace. K dispozici je restaurace pro cca 50 hostů.“

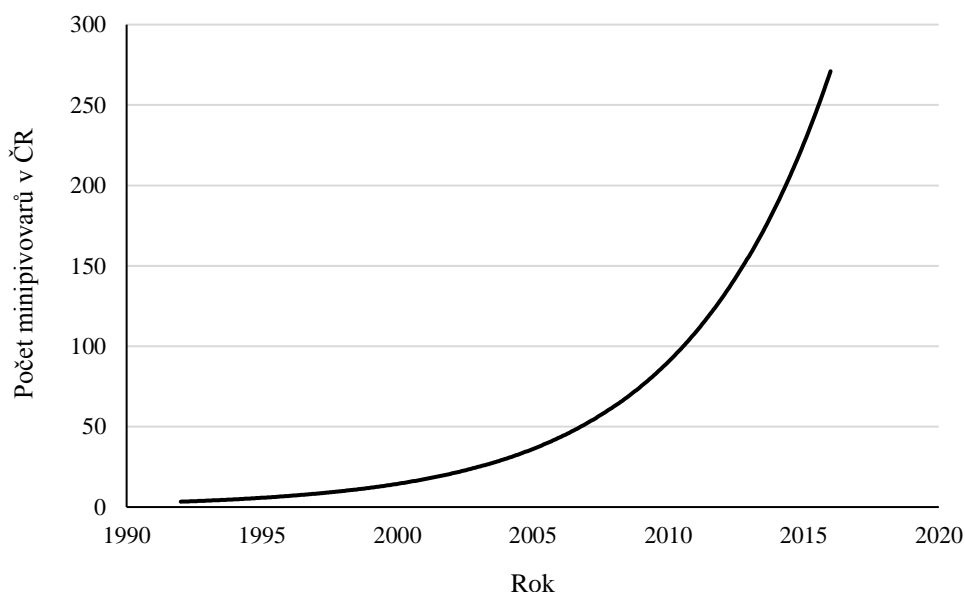
### 2.1 Úkoly práce

- Sestavit postup tvorby projektu technologie řemeslného pivovaru.
- Uvést čtenáře do problematiky varního procesu.
- Vyjmenovat a popsat techniku v řemeslném pivovaru.
- Nahlédnout do problematiky legislativy výroben potravinářských produktů.
- Navrhnout technologická zařízení pro výrobu piva do konkrétního objektu.



### 3 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Na území České republiky vznikalo historicky mnoho řemeslných pivovarů již v 11. století n. l. Pivovarnictví se od té doby vyvíjelo, malé pivovary postupně zanikaly a dnes jich u nás najdeme pouze několik (nepřetržitě fungujících). Místo nich vznikaly průmyslové pivovary, jež stačily pokrýt spotřebu piva na celém našem území. V dnešní době pokrývají 3 největší producenti piva (Plzeňský prazdroj, Staropramen, Heineken) více než 75 % výroby piva v ČR (Diesler, 2014). Díky předsedovi Českého svazu malých nezávislých pivovarů Ing. Stanislavu Bernardovi byl v roce 1995 přijat zákon o diferencované dani, což mělo za následek mohutný vzestup pivovarnictví (viz obrázek 1).



Obrázek 1 - Graf počtu řemeslných pivovarů v ČR

Řemeslný pivovar je definován jako pivovar, jehož roční výroba piva není větší než 200 000 hl. Na území ČR je těchto pivovarů 336 (stav k 3/2017) (pivnici.cz) a jejich počet neustále roste. Za dobu dvaceti let mnoho řemeslných pivovarů rovněž zkrachovalo, a to z důvodů špatného marketingu, špatného projektu, špatného provedení projektu a nekvalitní přidružené restaurace. Takto postižené pivovary jsou schopny zkrachovat již během několika měsíců. Další kapitoly této práce jsou věnovány projektové části, jež je zásadní pro budoucí rentabilitu podniku.

Před vznikem samotného pivovaru je třeba vypracovat projekt s ohledem na platnou legislativu ČR. Chronologický postup dílčích procesů před samotnou realizací je následující:

- Vypracování dokumentace k územnímu řízení
- Vypracování projektu pro stavební povolení
- Vypracování projektu pro provedení stavby
- Vypracování podkladů pro vyhledání dodavatele stavby
- Vyhodnocení nabídek při zadání realizace
- Provádění stavby

Obsah a struktura práce je koncipována jako dílčí části zákona č. 183/2006 Sb. tak, aby bylo možno požádat o stavební povolení. Vyhláška č. 62/2013 Sb. uvádí přesný soupis jednotlivých dokumentů, jež je nezbytné podat na stavební úřad městské části realizovaného projektu. Těmto dokumentům se souhrnně říká projektová dokumentace a skládá se celkem z pěti částí:

- (A) Průvodní zpráva
- (B) Souhrnná technická zpráva
- (C) Situační výkresy
- (D) Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení
- (E) Dokladová část

V našem případě přípravy technologického projektu nás zajímá konkrétně část D. 2 dokumentace technických a technologických zařízení, jež se dělí na 3 části (technickou zprávu, výkresovou část a seznam strojů a zařízení). Technická zpráva obsahuje údaje o výrobě, technologický proces výroby, popis skladového hospodářství, vliv technologií na stavební část objektu a energetickou bilanci výrobní části. Výkresová část je soubor výkresů popisující dispozice a rozmístění strojů, technologická schémata, mapování potrubí, kabelových rozvodů atd.

Technická zpráva technických a technologických zařízení zahrnuje popis výrobního programu, což je definováno jako souhrn všech výrobků, které firma hodlá v budoucnu

vyrábět. V našem případě se jedná o předem danou věc, která vychází z přání zákazníka (investora). Dále zpráva zahrnuje popis technologického procesu, jež je v našem případě možno chápat jako popis technologie výroby piva. Tato část je detailně popsána v odstavci 3.1. V návaznosti na popis technologie je třeba vyjmenovat a popsat i techniku, jež je předmětem odstavce 3.2. Technická zpráva dále zahrnuje popis skladového hospodářství a způsoby manipulace s materiálem, což je předmětem odstavce 4.8 a 4.9. Dále je třeba popsat vliv technologického zařízení na stavební řešení budovy (viz 3.4). Jako poslední část zahrnutou v technické zprávě jsou údaje o potřebě energií, což je předmětem odstavců 4.2, 4.3, 4.6 a 4.9. Tato část nezahrnuje výpočet tepelných ztrát.

Kromě stavebního úřadu je nutno dále oznámit náš záměr na místní oddělení Hasičského záchranného sboru, Krajskou hygienickou stanici, Obor životního prostředí, Státní úřad inspekce práce apod.

Je důležité si uvědomit, že kvalita technologického projektu je dána kvalitou vstupních podkladů a údajů, správným odhadem technologického vývoje a rychlostí realizace projektu (Šimek, 1992). Vstupními podklady máme na mysli mimo jiné i marketingové průzkumy, jež nám odpoví na otázku, zda je takový projekt v budoucnu rentabilní. V případě pivovaru je třeba si uvědomit, že každé pivo má odlišné organoleptické vlastnosti a preference současných zákazníků není v ekvivalenci s preferencemi potenciaálních zákazníků.

### **3.1 Technologie výroby piva**

Technologií se rozumí postup zpracování surovin v procesu výroby, technikou pak jednotlivá zařízení, kterými je technologie prováděna. Jednotlivé technologie užívané při výrobě piva mohou být podobné jak v průmyslových pivovarech, tak v řemeslných pivovarech.

Čtyřmi základními surovinami pro výrobu piva jsou voda, slad, chmel a kvasnice. Vodu rozdělujeme na varní, mycí a provozní. Voda musí být vždy chemicky nezávadná a splňovat obecné požadavky na pitnou vodu (především z hlediska zdravotní a hygienické nezávadnosti). Definice pitné vody je pevně zakotvena v zákoně č. 258/2000 Sb. Voda nesmí být příliš tvrdá a neměla by obsahovat větší množství železa, síranu vápenatého a síranu dusičného (Pelikán, 2004). Slad je usušené obilné

zrno, které nejdříve klíčí a následně se suší. Každá oblast na světě používá obilovinu, která je pro tuto oblast typická. Z historického hlediska se v České republice používá převážně ječmen. Do menších pivovarů se většinou dodává pytlovaný a v kvalitě, při které není potřeba dalšího čištění a třídění. Chmel, jako nejznámější surovina pro výrobu piva se může používat buď granulovaný, hlávkový nebo v podobě extraktu. Hmotnostní spotřeba chmele je v poměru ke sladu zanedbatelná a tak jako slad i chmel je distribuován v dostatečné čistotě. Kvasnice jsou důležitou položkou v oblasti surovin. Jako živá kultura procesem výroby projdou, vykonají určitou práci a na konci tohoto procesu je opět získáme. Jejich opětovné použití je závislé na schopnosti vykonat onen proces opakovaně (mluvíme o kondici kvasnic).

První technologií je šrotování sladu, což je mechanické drcení sladového zrna. Morfologie zrna je následující:

- Ektosperm – obalová vrstva obsahující hlavně minerální látky zrna.
- Aleuronová vrstva – vnější vrstva endospermu obsahující bílkoviny.
- Endosperm – vnitřek obilky obsahující sacharidy.
- Embryo – klíček obsahující tuky, při výrobě sladu je odstraněn.

Úkolem šrotování je rozdrtit endosperm zrna a zachovat celistvé obalové části. Endosperm nesladovaného ječmene obsahuje hlavně škrob, zatímco endosperm sladu obsahuje z 50 % nízkomolekulární cukry (glukosa, maltóza a dextriny) a z 50 % škrob. Tyto cukry se na varně přenáší do formy roztoku a po přeměně zbylého škrobu tvoří tzv. sladinu. Správná velikost částic po šrotování má přímý dopad na rychlost scezování, což je časově nejnáročnější operace na varně.

Prvním procesem na varně je vystírání. Jedná se o smíchání sladového šrotu (tluče) s vodou o teplotě 37 °C. Důvodem je přenos extraktivních částic sladového šrotu do vody. Množství vody použité při vystírání říkáme hlavní nálev. Vystírání se provádí ve vystírací pánvi do vody o kyselinotvorné teplotě a doba se pohybuje od 10 do 30 minut. Tato teplota má za následek rozklad bílkovin přítomných v aleuronové vrstvě zrna. Teplotu vystírky je poté možno zvýšit horkou vodou o teplotě 80 °C na teplotu 52 °C (peptonizační teplota), čemuž se říká zapárka. Teplota 52 °C je výchozí teplotou pro další zpracování díla.

Technologicky nejsložitější operací na varně je proces rmutování. Jak již bylo řečeno,

ječmen a částečně i slad obsahuje též nezkravitelné cukry, hlavně pak škrob. Škrob je polysacharid, který je potřeba přeměnit pomocí působení enzymů na monosacharidy (glukosu, maltózu a dextriny). K tomu využíváme proces rmutování. Rozlišujeme způsoby dekokční a infusní. Dekokční způsob je tradiční a spočívá v rozdělení vystírky na 2 fáze, kdy každá má jiný objem a pouze jedna prochází jinými tepelnými procesy. V ČR se nejčastěji setkáme se způsobem dvourmutovým, kdy se proces rozdělení děje dvakrát. Vystírka, která se nachází v pánvi, se rozdělí na třetiny a 2/3 objemu se přečerpá do rmutovací, nebo scezovací kádě. Zbývá třetina se ohřívá na 65 °C s teplotním gradientem 1 °C/min a na této teplotě probíhá pauza 30 minut. Po uplynutí této doby se objem rmutu ohřeje na 72 °C se stejným teplotním gradientem. Na této hladině je potřeba vyčkat cca 10 minut, než dojde ke zcukření. V praxi se provádí zkouška interakce jodidu draselného s roztokem sladiny. V případě zmodrání odebraného vzorku lze říci, že ve sladince jsou stále obsaženy škroby a zcukření tedy neproběhlo úplně. Jednoduché cukry na jód nereagují a při zachování světle žluté barvy lze říci, že škroby jsou již zcela přeměněny. Po úspěšné jodidové zkoušce se rmut ohřívá na bod varu a nechá se povařit 15 minut (Daněk, 1982).

Nyní je v pánvi 1/3 a v kádi 2/3 díla s teplotami 52 a 100 °C. Jednoduchou rovnicí si lze spočítat výslednou teplotu díla po smíchání obou frakcí.

$$t = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2} \quad (3.1)$$

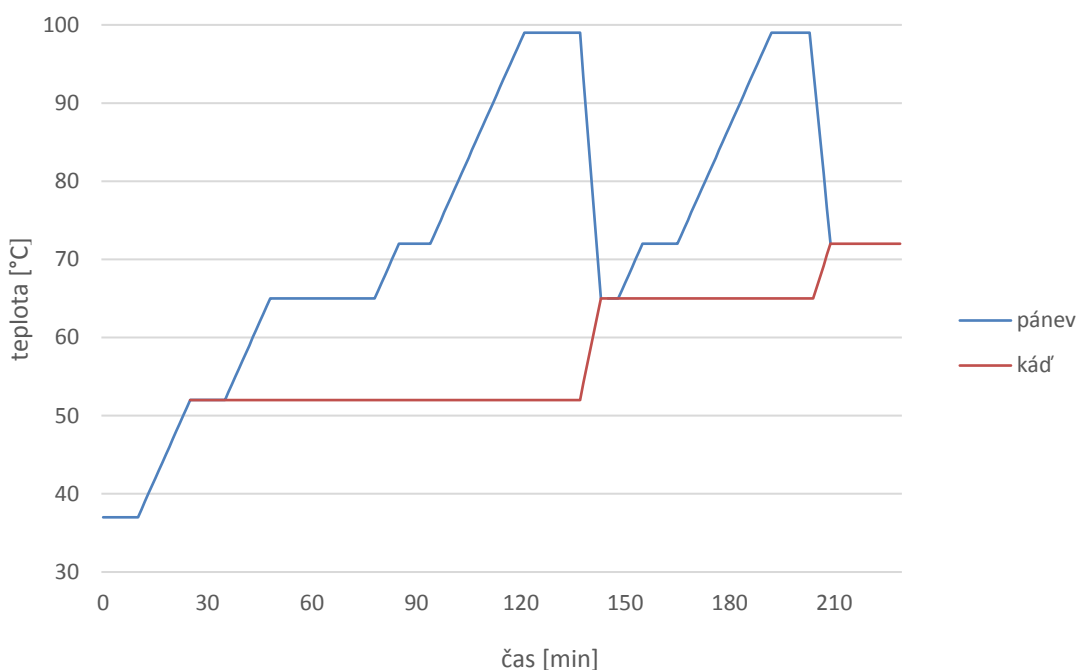
t	teplota výsledné směsi	[°C]
t <sub>1</sub>	teplota díla v kádi	[°C]
t <sub>2</sub>	teplota díla v pánvi	[°C]
m <sub>1</sub>	hmotnostní zastoupení díla v kádi	[%]
m <sub>2</sub>	hmotnostní zastoupení díla v pánvi	[%]

$$t = \frac{0,66 \times 52 + 0,33 \times 100}{1} = 67 \text{ °C}$$

Tato teplota je pouze teoretická a v praxi se dosahuje výsledné teploty cca 65 °C. Tento pokles je způsoben postupným chladnutím obou objemů a průchodu rmutu potrubním

systemem, který není dostatečně zahřátý.

Okamžitě po naplnění scezovací kádě lze začít s přečerpáním druhého rmutu do pánve opět v objemu 1/3 várky. Proces opakujeme se stejnými teplotami a dobami prodlev stejně jako v případě rmutu prvního. Pro lepší pochopení je průběh rmutování vyobrazen na obrázku 2.



Obrázek 2 - Graf teplot jednotlivých objemů nádob dvourmutového způsobu

Po úspěšné extrakci sacharidů do vody je nutné oddělit pevnou část (mláto), od tekuté (sladina). To se děje v kádi, kde dojde k sedimentaci těžší frakce ke scezovacímu (falešnému) dnu. Nejprve je nutno odčerpat kalnou sladinu z prostoru mezi scezovacím a skutečným dnem scezovací kádě zpět do kádě a po vyčeření je možno čerpat sladinu do mladinové pánve. Zavedené termíny rozlišují předek a výstřelky. Předkem je myšlena veškerá sladina odčerpána do pánve bez použití přidané horké vody. Jakmile dojde k odčerpání předku, je z důvodu převedení zbytkového extraktu z mláta nutno provést vyslazování vodou o teplotě 78 °C a objemu odpovídajícímu stávajícímu obsahu extraktu ve sladině a požadovanému extraktu v mladině. Celému procesu se říká scezování a trvá cca 2,5 hodiny. Během procesu scezování je nutné provádět zkoušku hustoty výsledného roztoku sacharometrem (obj. %), který je cejchován na stupně EPM

(extrakt původní mladiny), což je obecně známá hodnota piva, jako povinný údaj na etiketě v ČR. Sacharometry jsou cejchovány při teplotách 20 °C, a proto je nutno při jiné hodnotě této veličiny provést teplotní korelaci podle tabulky sacharometru. (Basařová, 2010)

Po dokončení scezování se přivede objem pánve na teplotu varu a začne proces chmelovaru. Nyní se do díla přidává chmel, a to ve třech různých časech. První várka při dosažení teploty varu, druhá po půl hodině a poslední 30 minut před koncem chmelovaru. Chmel se distribuuje ve formě hlávkové, vakuově balené pelety, popř. jako chmelový extrakt. V řemeslných pivovarech se nejčastěji setkáváme s použitím granulovaného chmele. Sušené hlávky se používají pouze v některých průmyslových pivovarech, neboť je k jejich použití nutná instalace chmelového cízu. Před koncem chmelovaru provedeme znova zkoušku hustoty mladiny sacharometrem a v případě příliš nízké hodnoty podle požadované stupňovitosti piva lze prodloužením chmelovaru tuto hodnotu zvýšit. Výslednému produktu tohoto procesu říkáme mladina.

Chmelovar trvá minimálně 90 minut a má za účel odpaření přebytečné vody, inaktivaci enzymů, pokles hodnoty pH, tvorbu produktů tepelného rozkladu a koagulaci bílkovin. (Kosař, 2000)

Po úspěšném chmelovaru se objem pánve přečerpá do vířivé kádě, která má tangenciální vstup, takže při čerpání mladiny dochází k její rotaci. Působením odstředivé síly po zastavení rotace se odstraní z mladiny zbytky chmelu a ostatních těžších částic, které vytvoří ve středu kádě kužel tuhé fáze.

Poté se vyčeřená mladina chladí v jedno nebo dvoustupňovém deskovém výměníku na zákvasnou teplotu 7 °C. K chlazení ve dvoustupňovém výměníku se používá voda z řadu a následně ledová voda (1 °C), nebo glykol (-2 °C). Při čerpání do další nádoby musí zároveň docházet k intenzivnímu provzdušňování mladiny z důvodu aktivace kvasnic.

Předposledním stupněm výroby piva je kvašení mladiny. To probíhá při teplotách do 10 °C po dobu 10-14 dní v závislosti na stupňovitosti piva. Kvašením 12 °EPM snížíme hustotu mladiny na 4 °EPM, což je také ukazatel pro postoupení dalšího procesu výroby. Místnost, kde pivo kvasí, se nazývá spilka. Po dokončení kvašení piva sedimentují kvasnice na dno nádoby, odkud je můžeme zachytit a následně znovu použít. Při kvašení dochází k intenzivnímu úniku CO<sub>2</sub>, jehož inhalací může dojít až ke

ztratě vědomí. Je nutné si uvědomit, že tento plyn je těžší než vzduch a drží se tak u podlahy místnosti. Proto je nutné vybavovat spilku a ležácký sklep ventilátorem na odtah CO<sub>2</sub>, který se instaluje v nejnižším místě podlahy.

Po dokončení kvasného procesu piva se objem přečerpá do ležáckých tanků, kde pivo zraje při teplotách těsně nad nulou po dobu minimálně jednoho měsíce. Odtud je možno pivo přepustit do KEG sudů, což jsou vhodné transportní nádoby pro zásobování restaurace. Obecně rozlišujeme 2 různé způsoby tlakování pivního sudu, a to vzduchem, nebo pomocí CO<sub>2</sub>. Rozdílem je fakt, že při tlakování vzduchem pivo na hladině oxiduje a má tak velmi omezenou životnost. Naproti tomu tlakování pomocí CO<sub>2</sub> zaručí delší výdrž za cenu difúze tohoto plynu do piva, jež má následně bublinkatý charakter (esinop.cz).

### **3.2 Pivovarská technika**

Pivovarskou technikou rozumíme jednotlivé stroje, v nichž dochází k mechanickým, chemickým a biologickým přeměnám materiálu. Technika je tedy využívána pro správný proces technologie.

Ke šrotování používáme zařízení, jež se nazývá mačkač sladu. Jedná se o stroj, jehož gro tvoří 2 proti sobě se otáčející vroubkované válce, mezi nimiž je mezera cca 1 mm. Přimo nad válci je umístěn permanentní magnet, jež zachycuje většinu feromagnetických materiálů. V horní části je pak násypka s hrubým sítem pro zamezení vniknutí větších částic do prostoru mletí. Další možnou konstrukcí je kladívkový šrotovník, kde dochází v důsledku velmi rychlého naražení zrna na kladívko šrotovníku k jeho roztříštění. Tento typ produkuje vysoké množství prachu a v pivovaru se příliš nepoužívá. V průmyslových pivovarech se používají mačkače s více válci a slad před samotným procesem kondicionují (zvyšují vlhkost), nebo používají tzv. mokré šrotování. V řemeslných pivovarech se však tyto způsoby nepoužívají. Výstupní surovinou je sešrotovaný slad, který musíme přemístit ze šrotovny do prostoru varny. Je nutné si uvědomit, že slad procesem šrotování zvětší svůj objem, a v pozdějším návrhu tuto skutečnost zohlednit. Pokud to situace vyžaduje, může být v místnosti s mačkačem umístěna zároveň váha.

Pro další procesy (vystírání, rmutování, scezování, chmelovar) se využívají varné nádoby. Tyto nádoby se dělí podle počtu (existují dvou nádobové varny, nebo tří a více



nádobové varny) a podle toho, zda jsou vyhřívány nebo nikoliv. Vyhřívány nádobě říkáme pánev (popř. kotel), nevyhřívány pak kád' (rmutovací a scezovací kád'). Jako způsoby vyhřívání jedné z nádob můžeme využít páru (vyráběnou v parním kotli), přímý otop varny elektrickými spirálami, nebo nejméně častým přímým kontaktem plamene s nádobou varny. V případě otopu pomocí páry se využívá duplikátoru (zdvojeného pláště pánve). Pára v této části zkondenzuje a v tekutém stavu se přečerpá do sběrače kondenzátu. Z této nádoby je zásobován parním kotlem (kondenzátem), čímž docílíme úspory spotřeby energie. Kondenzát má teplotu 99 °C a stačí tak dodat pouze skupenské teplo. Parní kotel produkuje páru o teplotě 130 °C a tlaku 1,30 MPa. Maximální velikost tepelného výkonu dodávaného do pánve se dimenzuje dle ohřevu na teplotu 100 °C u chmelovaru (na 1 kg odpařené mladiny spotřeba 1,1 kg páry) (Kunze, 2014).

Vzniklé brýdové páry je třeba odvést mimo prostor varny pomocí párníků. V případě nemožnosti tohoto řešení je možné provést kondenzaci brýdových par ve speciálním kondenzátoru. Kondenzace se provádí pomocí studené vody.

Materiály musí splňovat veškeré hygienické požadavky na zpracování potravin a nejčastěji tak můžeme vidět varny z nerezové oceli. Toto nařízení vyplývá z rámcového Nařízení Evropského parlamentu č. 1831/2003, které konkrétně vyžaduje, aby materiály ve styku s potravinami za obvyklých podmínek použití neuvolňovaly své složky do potravin v množstvích, která by mohla ohrozit zdraví lidí, nebo způsobit nepřijatelnou změnu ve složení potravin, či zhoršení jejich organoleptických vlastností (čl. 3, odst. 1). Historicky se používaly varny měděné, které měly zároveň příznivé účinky na činnost kvasnic v procesu kvašení.

Mezi nádobami se tekutinou manipuluje pomocí čerpadel (nejčastěji odstředivými). Zároveň musí být minimálně jedno čerpadlo schopno regulovat výkonnost, čehož využíváme při scezování. Při použití příliš vysokého výkonu by došlo k zacpání filtračních kanálků na scezovacím dně v důsledku vytvoření vysokého podtlaku na sací straně čerpadla. Regulace čerpadla se zajišťuje frekvenčním měničem, což je v dnešní době nejvhodnější způsob regulace elektrických strojů.

Spojovací potrubí je vyráběno v souladu s normou DIN 11850. Tato norma specifikuje rozměrové řady, toleranci výroby a povrch. Použití normovaného potrubí je nezbytné z důvodu napojení dalších částí potrubí. Rozměry se udávají s označením DNxx, kde xx značí vnitřní průměr v milimetrech. Obecně se lze setkat s rozměry od 10 do 150 mm.

Šroubení se používá pro napojování armatur a jeho výroba se řídí dle normy DIN 11864. Jednotlivé spoje jsou značeny písmeny G (závit), S (svar), K (převlečná matice), F (příruba), C (clamp) a označení armatury je vždy s kombinací těchto písmen v závislosti na počtu spojů (GG, SS, GGG, ...). Mezi jednotlivými nádobami jsou k usměrnění toku použity klapky, a to hlavně z důvodu maximálního množství omyvatelných ploch.



Obrázek 3 - Motýlová klapka přímá GG (katalog Bupospol)

Kulové ventily je možno použít pouze u rozvodů čisté vody. Potrubí, jímž jsou spojeny nádoby, je vyrobeno z nerezové oceli. Jednotlivé komponenty jsou spojeny svařováním metodou tig/mag.

Z varny je čerpadlem mladina přečerpána do vířivé kádě. Jedná se o nádobu bez mechanicky poháněných součástí a bez možnosti ohřevu, či chlazení. Mladina se sem musí čerpat dostatečnou rychlostí, aby došlo k rotaci uvnitř nádoby. Po uklidnění díla se čerpá mladina přes filtr jemných částic a přes chladič do kvasného tanku. Z vířivé kádě vedou 2 vývody. Spodní je u dna kádě a horní je cca v 50 % výšky nádoby. V první fázi se používá horní cesta, dokud hladina neklesne pod její úroveň. Pokud bychom čerpali celou dobu spodní cestou, došlo by k dezintegraci kalů, jež se shlukují ve středu nádoby.

Před chladičem je umístěn filtr, jež se skládá z tělesa a vložky (viz obrázek 4). Standardní vložka je vyráběna z děrovaného plechu s mezerami 1 mm.

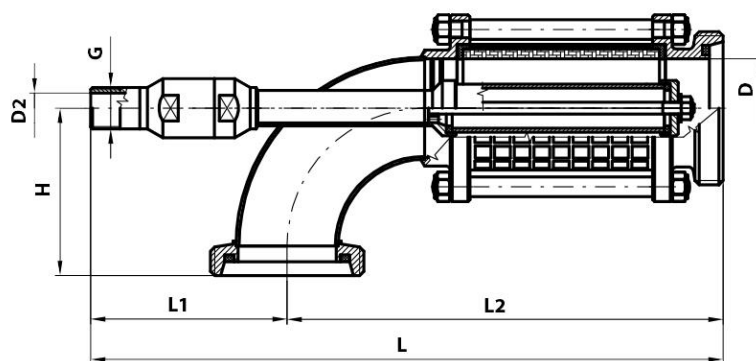
K chlazení horké mladiny se používají tepelné výměníky. Do nich je jedním směrem vháněna teplotněná látka (v našem případě nejčastěji glykol) a druhým vstupem

přivedena horká mladina o teplotě cca 100 °C. Na výstupu pak máme ohřátou teplotonosnou látku a zchlazenou mladinu na požadovanou teplotu. V praxi lze použít dvoustupňový výměník, u něhož je možné chladit v prvním stupni vodou a tu pak akumulovat pro pozdější využití. Tímto způsobem lze získat velké množství horké vody pro samotný varný proces (vystírání, vyslazování) s minimálními náklady.



Obrázek 4 – Filtr usazenin (katalog Bupospol)

Před napuštěním do kvasného tanku se do zchlazené mladiny vhání vzduch, a to z důvodu podpory činnosti kvasnic. Pro příznivý průběh hlavního kvašení musí mladina po zakvašení obsahovat 6 až 9 mg kyslíku v 1 litru (Daněk, 1982). K tomuto účelu je na potrubí přidána provzdušňovací svíčka (viz Obrázek 5), na niž je připojen vývod kompresoru.



Obrázek 5 - Provzdušňovací svíčka (katalog Bupospol)

Kvasné nádoby mohou být buď otevřené (přímý kontakt se vzduchem), nebo uzavřené.

V dnešní době ubývá provozů s otevřenými nádobami a roste oblíbenost tzv. CK tanků. Jejich název vyplývá z tvaru spodní části tohoto tanku, což je cylindrický kónus. Tento tvar zajišťuje možnost zpětného odběru kvasnic spodního kvašení. Tyto tanky jsou přetlakové a jejich výroba podléhá normě ČSN 69 0010. Tato norma platí pro nádoby s pracovním přetlakem větším než 0,07 MPa. Při kvašení udržujeme konstantní tlak pomocí tzv. hradícího ventilu (0,2 MPa).

Při kvašení se uvolňuje 7 kcal/hl/hod, což je třeba zohlednit při dimenzaci chladicího systému. (Hlaváček, 1966). Chlazení tanků může probíhat buď konvekcí nebo kondukcí. Konvekcí (prouděním) je myšlena klimatizovaná místnost s kvasnými nádobami, kde je konstantně udržována teplota kvašení. Výhodou jsou nízké pořizovací náklady, nevýhodou pak vysoká energetická náročnost chlazení. V případě chlazení kondukcí (vedením) je využito duplikátoru na plášti tanku, kam je vháněna teplotonosná látka. Toto řešení představuje větší nároky na strojní vybavení pivovaru, avšak pracovní prostředí obsluhy je z hlediska teploty v tomto případě přijatelnější (ceskeminipivovary.cz).

Poslední zde zmíněnou technikou je ležácký tank. Ten se od kvasného může lišit tvarem dna a celkovou orientací (horizontální a vertikální). Ležácké tanky mohou mít zaoblené dno pro lepší využití prostoru pod nimi. Stejně jako kvasné tanky mají hradící ventil, který hlídá správný tlak uvnitř tanku. Pokud by došlo ke snížení tlaku (např. po plnění KEGů), je nutné tank natlakovat pomocí externího zdroje CO<sub>2</sub> (tlaková láhev).

### **3.3 Vliv technologického zařízení**

Při projektování řemeslného pivovaru ve stávajícím provozu je třeba zohlednit několik faktorů.

Pokud chceme umístit pivovar do stávajícího prostoru restaurace, musíme zajistit dostatečné oddělení technologické zařízení od prostoru vymezeného pro hosty. Především je nutné oddělit dostatečně velkým stavebním prvkem podlahu z důvodu sanitace strojů. Zároveň je nezbytně nutné přivést do těchto prostor odtokové kanálky. Jako vhodné se doporučuje použít speciální typ dlažby z čediče, jež má vynikající parametry pro fungování v extrémně namáhaném prostředí. Jeho mechanická a chemická odolnost je násobně vyšší než klasické keramické materiály. Dále je nutné zohlednit produkovaný hluk z míchadel a čerpadel na prostředí uvnitř restaurace. Pokud

to situace dovoluje, je vhodné odvádět brýdové páry pryč z objektu. V opačném případě je třeba použít brýdový kondenzátor, díky kterému je možno tyto páry zkapalnit a odvést do kanalizace. Ke zkapalnění se používá studená voda.

Místnost s ležáckými tanky je třeba tepelně odizolovat, a to i v případě, že se rozhodneme pro kapalinové chlazení tanků. Udržování nízké teploty snižuje energetickou náročnost chladicího systému. Je nutné si uvědomit produkci oxidu uhličitého při kvašení a ležení piva a přizpůsobit tak spád podlahy a umožnit tomuto plynu bezpečný průchod do vnějšího prostředí. Kontrola koncentrace oxidu uhličitého u podlahy může probíhat speciálními čidly, jež vydávají varovný signál při překročení určitých limitů.

Obecně je třeba přizpůsobit vodovodní přípojku a dimenzovat ji na průtok alespoň 2 l/s. Takto zvětšená přípojka má oproti klasické (DN25) rozměry od DN32 a je třeba ji ukládat od místa napojení až po vodoměrnou sestavu do chrániček ([www.vak-hod.cz](http://www.vak-hod.cz)). Chráničky musí být umístěny i při přechodu potrubí z jedné místnosti do druhé.

Jedním z mnoha požadavků návrhu na provoz budovy je posouzení požární bezpečnosti. Norma, která se zabývá touto problematikou, má označení ČSN 73 0802. Předmětem normy jsou principy pro projektování požární bezpečnosti. Tato norma specifikuje důležitou hodnotu pro posouzení stupně požární bezpečnosti, kterou je požární zatížení. V této normě je zároveň uvedeno, že hodnota nahodilého požárního zatížení (vztažené na 1 m<sup>2</sup> podlahové plochy) nesmí v případě pivovarů přesáhnout 10 kg/m<sup>2</sup>. Tato hodnota je ovlivněna počtem a rozměry hořlavých materiálů uvnitř objektu ([tzb-info.cz](http://tzb-info.cz)).

### **3.4 Další zákonné normy**

Pivovar stejně jako každý jiný provoz podléhá mnoha předpisům a nařízením. Základním požadavkem na provoz pivovaru je získání živnostenského oprávnění pro činnost pivovarnictví a sladovnictví. Náplní této činnosti je řízení a obsluha technologických procesů v pivovaru. Výroba piva, sladu a procesy s tím související a výroba nápojů na bázi piva.

Jelikož se jedná o potravinářský provoz, je třeba řídit výrobu podle požadavků zákona č. 110/1997 Sb., který stanoví povinnosti provozovatelů potravinářských podniků,

informační povinnost provozovatele (označování potravin) a podmínky uvedení potravin na trh. Speciálním předpisem pro nápoje je vyhláška č. 335/1997, která definuje pivo a nápoje na bázi piva (§ 11 - § 15). Dále nás jako producenta potravin bude zajímat zákon č. 477/2001 Sb., též nazývaný zákonem o obalech.

Zákon o potravinách se nevztahuje na pitnou vodu, která spadá pod speciální vyhlášku č. 252/2004. Pro zajištění vodovodní přípojky se musíme řídit především normou ČSN 75 5411 V případě většího rozdílu vodného a stočného než 30 m<sup>2</sup> (odběratel spotřebuje toto množství a nevypustí jej do kanalizace) je možné snížit sazbu stočného po domluvě s dodavatelem (chevak.cz). S touto vodou je zároveň spjata problematika kanalizačních sítí. Provozovatel kanalizace je oprávněn odmítnout vypuštění odpadních vod nad limity uvedené v tabulce 1.

Tabulka 1 - Maximální kontrační limity v kanalizační síti (svas.cz)

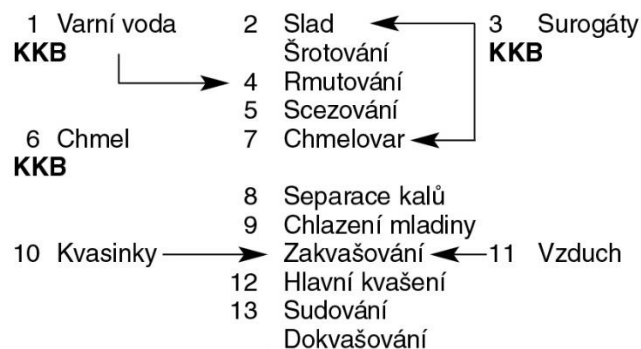
Ukazatel	symbol	Maximální koncentrační limit (mg.l <sup>-1</sup> )
pH vody	pH	6 - 9
Teplota	°C	40
Biologická spotřeba kyslíku	BSK5	800
Chemická spotřeba kyslíku	CHSKCr	1600

V návaznosti na zákon o potravinách se pivovaru také týká Nařízení (ES) č. 852/2004 o hygieně potravin. Tento předpis stanoví všeobecné hygienické požadavky na potravinářské provozy a vybavení, definuje potravinářský odpad, stanoví dodávku vody, osobní hygienu a školení pracovníků a klade požadavky na obaly. Dále je zde definován systém HACCP, což je obecný systém pro analýzu rizik a kritických bodů (Kosař, 2000).

Podle tohoto systému jsou provozovatelé všech průmyslových technologií povinni aktivně vyhledávat možné zdroje ohrožení zdraví. Ohrožením je myšleno cokoliv, počínaje nákazou, ke které došlo vlivem chybného konstrukčního řešení nebo hygienické závady, přes poškození materiálu korozí, až po selhání komponent vlivem opotřebení (www.worldstainless.org). Pro zavedení systému HACCP musíme nejdříve definovat kritické kontrolní body:

- Přejímka surovin od dodavatele
- Šrotování sladu (obsah magnetických částic a jemných kamenů)
- Rmutování (kontrola sladiny ověřením obsahu škrobu a zkouška koncentrace EPM)
- Chmelovar (kontrola obsahu škrobu a zkouška koncentrace EPM)
- Chlazení mladiny (teplota na výstupu z chladiče 6 – 8 °C, obsah rozpustného kyslíku 6 – 8 PPM)
- Fyziologický stav kvasnic
- Průběh kvašení (úbytek extraktu minimálně 1 % za 24 hodin)

Ve všech členských státech EU mohou inspektoři příslušných orgánů daného státu požadovat předložení analýz HACCP, aby bylo možno zjistit, zda všechna možná rizika byla opravdu posouzena a zda byla podniknuta odpovídající opatření.



Obrázek 6 - Postupový diagram procesu výroby piva s vyznačením KKB (kritický kontrolní bod) (Kosař, 2000)

Jelikož produkce piva spadá podle zákona č. 353/2003 Sb. do spotřební daně (společně s pohonnými hmotami, lihem a tabákovými výrobky), je třeba před uvedením pivovaru do provozu kontaktovat celní úřad. Základem spotřební daně je produkováné množství piva vyjádřené v hektolitrech, přičemž zákon o spotřebních daních (§ 85) stanoví základní sazbu daně a snížené sazby daně pro malé nezávislé pivovary zařazené do pěti velikostních skupin ([www.celnisprava.cz](http://www.celnisprava.cz)).

Speciálním předpisem je norma ČSN 56 6635, která specifikuje požadavky na výrobky označené chráněným zeměpisným označením jako České pivo. To se vyznačuje oproti

ostatním druhům piv především větším podílem zbytkového extraktu, sytější barvou, vyšším pH a vyšším obsahem polyfenolů ([www.ceskepivo.cz](http://www.ceskepivo.cz)). V České republice toto označení využívá v roce 2017 celkem 8 pivovarů. Podmínkou pro získání takového označení je používání předepsaných surovin, rmutování dekokčním způsobem a oddělené hlavní kvašení na spilce a dozrávání piva v ležáckém sklepě.



## 4 VLASTNÍ ŘEŠENÍ

Tato část se zabývá vlastními výpočty projekce technologie pro konkrétní podnik. Jsou zde zahrnuty kapacitní výpočty, které analyzují časovou náročnost výroby, stanovení minimální plochy potřebné pro stavbu pivovaru a návrh konkrétního technologického zařízení. V poslední části jsou vypočteny roční provozní náklady a analýza možnosti splácení úvěru.

### 4.1 Kapacitní výpočty

Výrobní kapacitou se rozumí množství vyrobeného produktu, jež lze na určitém výrobním zařízení vyrobit za předem stanovenou dobu. Technicko-organizační podmínky musí respektovat kritéria ekonomické efektivity (projekty.fs.vsb.cz).

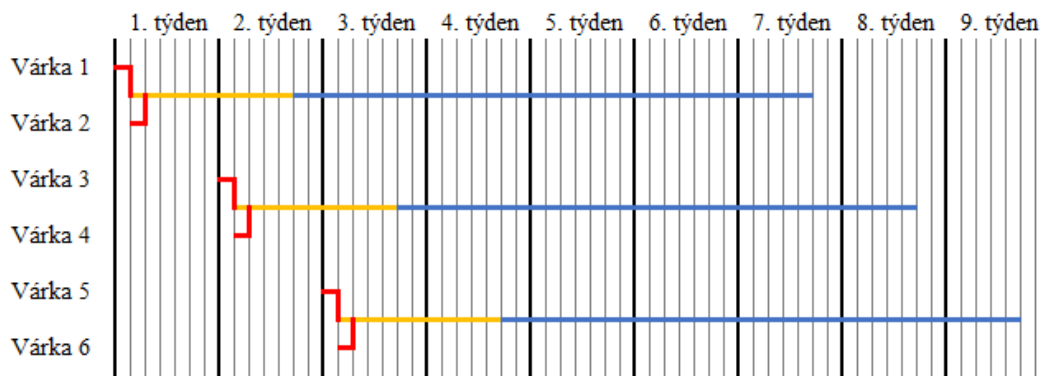
Výrobní čas vyplývá z technologického procesu. Pro stanovení minimální hodnoty času, potřebného pro vyrobení 12 °C ležáku, budeme používat tyto hodnoty:

- Vaření piva 1 den v týdnu
- Kvašení mladiny 10 dní
- Zrání piva 35 dní

Jelikož po většinu času výroby není třeba asistence osob, není zde na místě počítat takt výroby, normy pracovního a ročního využitelného fondu pracovníka. Oproti tomu lze určit roční využitelný fond jednotlivých strojů.

Pokud budeme brát v úvahu využití ležáckého tanku o jeden týden navíc (který využijeme na spotřebu piva a sudování), vyjde nám, že ležácké tanky jsou nejužším místem výroby celého pivovaru. Detailně je časový průběh jednotlivých akcí znázorněn na obr. 7.

Tmavě modrá značí využití ležáckého tanku. Žlutá barva znázorňuje kvasný tank, červená barva pak dobu strávenou na varně. Z tohoto obrázku je vidět, že pokud bychom chtěli plně využít kapacitu varny, potřebovali bychom k tomu 10 kvasných tanků a 47 ležáckých tanků. Takto velká produkce jistě není žádaná, a proto jsou na varně největší prostroje (cca 74 % při četnosti vaření 2 dny v týdnu). Oproti tomu je nutno zamezit jakýmkoli prostojům u ležáckých tanků.



Obrázek 7 - Časový harmonogram technologických operací v pivovaru

Celková doba od počátku vaření piva po možnost stáčení do sudů je tedy:

$$T = \sum T_{ci} = 1 + 10 + 35 = 46 \text{ dní} \quad (4.1)$$

T celkový potřebný čas [s]

$T_{ci}$  čas potřebný k jednotlivým technologickým procesům [s]

Výrobní takt varny je součtem operací vystírání, rmutování, scezování a chmelovaru.

$$t = \sum t_v = 10 + 170 + 120 + 90 = 390 \text{ min} = 6,5 \text{ hod} \quad (4.2)$$

Jelikož se jedná o 81 % průměrné denní pracovní doby, většina řemeslných pivovarů vyprodukuje maximálně jednu várku za den. Tento čas je idealizovaný a ve skutečnosti se může lišit. Procesem, který nelze dopředu přesně určit, je rychlost scezování sladiny a z toho důvodu je vhodné počítat alespoň s 10 % časovou rezervou.

## 4.2 Stanovení plochy pivovaru

V prvním případě se stanoví plocha potřebná pro stavbu pivovaru. K tomuto účelu využijeme empirický vzorec 4.3 (Manger, 1999). V této rovnici jsou zahrnuty všechny plochy (provozní, pomocné, sociální, dopravní apod.). Výsledek rovnice ( $y$ ) je třeba převést na hodnotu  $m^2$  potřebného prostoru ( $Y$ ) podle předběžné hodnoty výstavu pivovaru.

$$y = 157,4 \cdot x^{-0,4487} \quad (4.3)$$

x	roční produkce pivovaru	[hl]
y	plocha pivovaru	[ $m^2 \cdot 1000 \text{ hl}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ]
Y	plocha pivovaru	[ $m^2$ ]

$$y = 157,4 \times 0,224^{-0,4487} = 308 \text{ m}^2 \cdot 1000 \text{ hl}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$$

$$Y = \frac{x}{1000} \times y = \frac{224}{1000} \times 308 = 69 \text{ m}^2$$

Součástí přílohy diplomové práce je i výkresová dokumentace, díky které lze spočítat plochy místností určené pro stavbu pivovaru. V našem případě se jedná o 16,69  $m^2$  v prostoru varny, 25,93  $m^2$  studeného oddělení a 26,65  $m^2$  technické místnosti. Po součtu těchto hodnot nám vychází hodnota 69,27  $m^2$  a požadavky na plochu tedy restaurace splňuje jen s minimální rezervou.

## 4.3 Návrh technologického zařízení

Z dispozic restaurace, která je o rozloze 84  $m^2$ , a předpisu 84/1987 č. 72, který stanoví, že na jedno místo v restauraci je třeba alespoň 1,5  $m^2$  prostoru, je možné určit maximální počet míst k sezení.

$$x = \frac{S}{n} = \frac{84}{1,5} = 56 \quad (4.4)$$

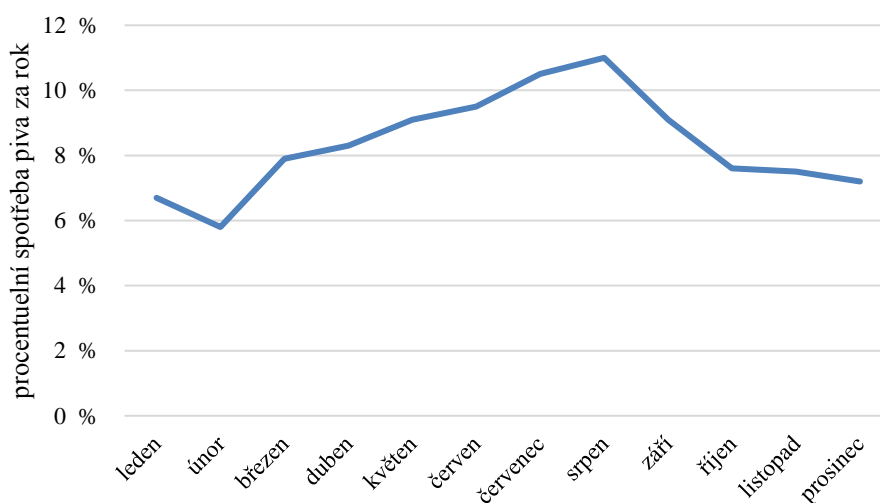
x	počet míst k sezení	[ks]
---	---------------------	------

S	plocha restaurace	[m <sup>2</sup> ]
n	normovaná hodnota	[m <sup>2</sup> .ks <sup>-1</sup> ]

Z praxe je známo, že u řemeslných pivovarů je na každé jedno místo vyhrazeno cca 4 hl piva ročně (Manger, 2010).

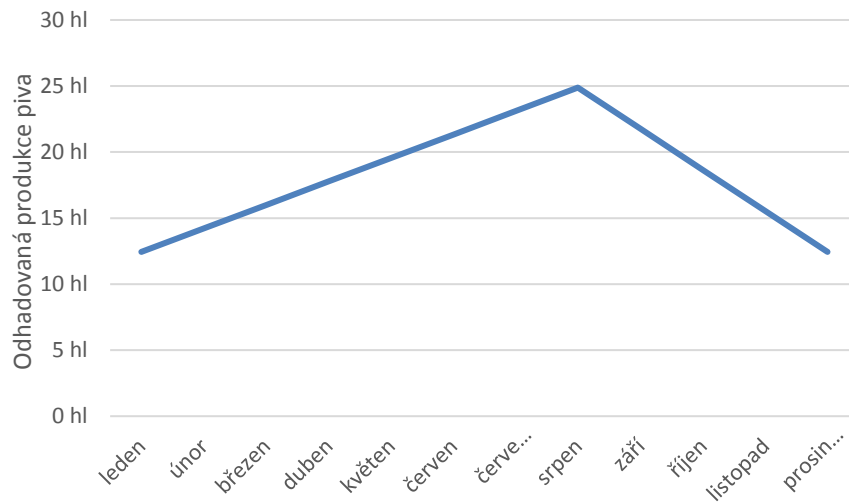
$$v = 4 \times 56 = 224 \text{ hl.rok}^{-1} \quad (4.5)$$

Z toho vyplývá, že odhadovaná spotřeba piva v naší restauraci je 224 hl ročně (18,66 hl měsíčně). K této hodnotě je nutno uvažovat i se součinitelem sezónnosti, jenž má na spotřebu piva značný vliv. Díky ostatním pivovarům víme, že spotřeba v létě stoupne na cca dvojnásobek oproti zimnímu období, viz obrázek 8.



Obrázek 8 - Graf kolísání spotřeby piva v roce (pivni.info)

V zimních obdobích můžeme počítat se spotřebou okolo 12 hl za měsíc, v letních měsících až 25 hl za měsíc. Pivovar musí být samozřejmě dimenzován na plnou zátěž a z těchto údajů nám vyplývá, že pivovar by měl být navržen na cca 300 hl/rok (při použití lineární interpolace). Při započtení faktoru sezónnosti lze určit předběžnou spotřebu (resp. produkci) piva v jednotlivých měsících, viz obrázek 9.



Obrázek 9 - kolísání produkce piva pro konkrétní podnik

Z kapacitních výpočtů (kap. 4.1) vyplývá, že kritickým bodem výroby jsou ležácké tanky. Součtem časů zrání piva (35 dní) a potencionálního vyprázdnění jednoho tanku (1 týden) nám vyjde, že jeden ležácký tank můžeme používat opakovaně po 42 dnech. Ročně lze tedy každý tank využít celkem 8x.

Z požadované produkce 300 hl/rok lze vypočítat, že minimální velikost varny je při výkonnosti 2 várky za týden (8 várek za měsíc, 96 várek za rok) 3,125 hl. Tato hodnota je minimální a je nutno ji zaokrouhlit na hodnotu 4 hl. Nejbližší možná velikost varny vyráběná českými firmami je varna o velikosti 5 hl. Oproti vypočtené velikosti se zdá být velmi předimenzována (o 60 %), je třeba vzít v potaz velmi malý cenový rozdíl oproti menším varnám. Naproti tomu je na místě připravit pivovar na zvýšenou poptávku v případě úspěchu a v budoucnu tak neřešit technicky složitou výměnu varny za větší.

Od velikosti varny se odvíjí velikosti ostatních tanků. V praxi z důvodu lepšího prostorového využití ležáckých sklepů a úspory kvasí vždy 2 várky piva v jednom tanku. V případě 5 hl varny tak potřebujeme 5 hl vířivou kád' a 10 hl kvasné a ležácké tanky. Celkový čas výroby se tím prodlouží o jeden den vaření, neboť množství uvařeného piva nemá žádný vliv na rychlost jeho kvašení, nebo dobu zracího procesu.

Jeden cyklus je součtem dní, kdy se mladina vaří, kvasí a zraje. V našem případě budeme počítat s hodnotami 10 dní kvašení a 35 dní zrání, z čehož nám vyplývá doba

jednoho cyklu na 45 dní. Jelikož kritickým místem výroby jsou ležácké tanky (z čehož plyne ideální stav využití 100 %), a uvažujeme-li naplnění takového tanku každých 7 dní, vychází nám počet ležáckých tanků ze vzorce 4.6.

$$x = \frac{35}{7} = 5 \text{ ks} \quad (4.6)$$

V případě kvasných tanků postupujeme stejně, pouze s kratším časovým úsekem. Ze vzorce 4.7 je vidět, že hodnota není přesná a v tomto případě je nutné zaokrouhlovat vždy nahoru. Prostoje jsou tedy plánovány na cca 29 % (10 dní využité a 4 dny nevyužité).

$$x = \frac{10}{7} = 1,43 \cong 2 \text{ ks} \quad (4.7)$$

Velikost CIP nádoby se určí dle objemu sanitačního prostředku, jež nesmí ani při maximálním zatížení sanitačního okruhu klesnout pod 50 % celkového objemu nádoby (Basařová, 2010). Při sanitaci dochází k zaplnění potrubí k čištěnému tanku, 3 mm vrstvě sanitačního prostředku uvnitř tanku a zaplnění vratného potrubí zpět k CIP nádobě. Plocha vnitřního pláště CKT je dle dodaných parametrů výrobce 5,91 m<sup>2</sup>. Pro vytvoření 3 mm vrstvy tak potřebujeme cca 18 l sanitačního roztoku. Délka potrubí (DN25) k tanku nejdále od CIP stanice je cca 7 metrů a pro zaplnění obou větví tak bude potřeba cca 7 l sanitačního roztoku.

$$V_{min} = (V_t + V_p) \times 2 \quad (4.8)$$

$V_{min}$             minimální objem sanitační nádrže            [l]

$V_t$                 objem roztoku v tanku                                [l]

$V_p$                 objem roztoku v potrubí                              [l]

$$V_{min} = (18 + 7) \times 2 = 50 \text{ l}$$

#### 4.4 Výkon ohřevu

Výkon zdroje ohřevu se navrhuje z nejméně energeticky náročného procesu na varně.

Při chmelovaru je třeba odpařit cca 10 % vody (v našem případě 50 l). Pro ověření této hodnoty použijeme základní předpoklad, že výchozím produktem pro chmelovar je sladina o stupňovitosti 11 ‰. Pokud dosáhneme této stupňovitosti na objemu 500 l, tak hmotnost extraktu činí celkem 55 kg. Při chmelovaru bychom měli dosáhnout takového odparu vody, abychom zvýšili stupňovitost na požadovaných 12 ‰.

$$m_o = V - \frac{m_e}{s} \quad (4.9)$$

$m_o$	hmotnost odpařené vody	[kg]
$V$	hmotnost mladiny	[kg]
$m_e$	hmotnost extraktu v mladině	[kg]
$s$	požadovaná stupňovitost	[%]

$$m_o = 500 - \frac{55}{\frac{12}{100}} = 41,67 \text{ kg}$$

V praxi je třeba upravovat stupňovitost dle aktuálních hodnot hustoty sladiny. V případě nižší stupňovitosti se prodlužuje chmelovar tak, aby výsledný produkt dosáhl požadované hodnoty EPM. Naopak v případě vyšší stupňovitosti se musí do várky přilít potřebné množství vody, neboť by mladina byla ve výsledku příliš silná. Celková doba chmelovaru je minimálně 90 minut. Hodnota skupenského tepla je převzata z dokumentu Thermal Process Engineering for Brewers od Freda Sheera.

$$P = \frac{Q}{\tau} = \frac{m_o \times l_v}{\tau} \quad (4.10)$$

$P$	výkon tepelného zdroje	[kW]
$Q$	dodané teplo	[kJ]

$m_o$	hmotnost vypařené vody	[kg]
$l_v$	skupenské teplo vody	[kJ.kg <sup>-1</sup> ]
$\tau$	čas	[s]

$$P = \frac{50 \times 2257}{90 \times 60} = 20,9 \text{ kW}$$

Druhým posuzovaným procesem je ohřev rmutu z teploty 37 °C na 52 °C s teplotním gradientem 1 °C/min a objemu 500 l. Hodnota měrné tepelné kapacity rmutu je 3857 J.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup> (Kadlec, 2012).

$$P = \frac{m \times c_p \times \Delta t}{\tau} \quad (4.11)$$

P	výkon tepelného zdroje	[kW]
m	objem rmutu	[kg]
$c_p$	měrná tepelná kapacita rmutu	[kJ.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]
$\Delta t$	teplotní rozdíl	[K]
$\tau$	čas ohřevu	[s]

$$P = \frac{500 \times 3,857 \times 1}{60} = 32,14 \text{ kW}$$

Z obou výsledků je jednoznačně vidět, že na ohřátí energeticky nenáročnějšího procesu je třeba alespoň 32 kW. Jelikož je třeba počítat alespoň s minimální rezervou, je v případě realizace pivovaru volit zdroj o výkonu 35 kW.



## 4.5 Výkon chlazení

V prvním případě potřeby chlazení, tj. chlazení mladiny na zákvasnou teplotu, využijeme dvoustupňový tepelný výměník, viz obrázek 10. Jednostupňové chladiče jsou používané převážně v průmyslových pivovarech (Kosař, 2000).

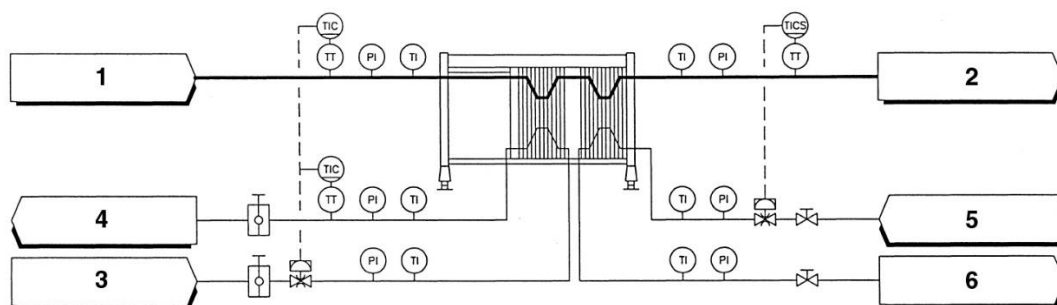
Pro stanovení hmotnostního toku mladiny je třeba si určit celkovou dobu potřebnou pro zchlazení. Obecně je třeba zchladit mladinu za co nejkratší čas a v praxi se setkáváme s dobou okolo 60 minut.

$$\dot{m} = \frac{V}{\tau} \quad (4.12)$$

$\dot{m}$	hmotnostní tok	[kg.s <sup>-1</sup> ]
V	objem vířivé kádě	[kg]
$\tau$	čas potřebný na chlazení	[s]

$$\dot{m} = \frac{500}{60 \times 60} = 0,14 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$$

Pro výpočet si rozdělíme výměník na dvě od sebe oddělené části (2 stupně). Z obrázku 10 vidíme, že mladina vstupuje větví 1 a vystupuje větví 2. Vstup a výstup chladicí vody (o teplotě 10 °C) prvního stupně je označen čísly 3 a 4. Vstup a výstup chladicí vody (o teplotě 1 °C) druhého stupně je označen čísly 5 a 6. Vstup mladiny do druhé části výměníku je tedy o stejné teplotě jako výstup z části první.



Obrázek 10 - Funkční schéma dvoustupňového chladiče (Kosař, 2000)

Pro výpočet toku chladící vody prvního stupně tedy využijeme předpoklad, že energie předané na výměníku se rovnají. V našem případě zanedbáme ztráty v podobě vyzářeného tepla do okolí.

$$\dot{m}_v = \frac{\dot{m}_r \times c_{p_v} \times \Delta t_1}{c_{p_r} \times \Delta t_2} \quad (4.13)$$

$\dot{m}_v$	hmotnostní tok vody ve výměníku	[kg.s <sup>-1</sup> ]
$\dot{m}_r$	hmotnostní tok mladiny ve výměníku	[kg.s <sup>-1</sup> ]
$c_{p_v}$	měrná tepelná kapacita vody	[kJ.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]
$c_{p_r}$	měrná tepelná kapacita mladiny	[kJ.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]
$\Delta t_r$	teplotní diference mladiny v 1. stupni	[K]
$\Delta t_v$	teplotní diference vody v 1. stupni	[K]

$$\dot{m}_v = \frac{0,14 \times 3,857 \times (100 - 22)}{4,18 \times (78 - 10)} = 0,148 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$$

Za 60 minut tak můžeme nashromáždit celkem 533 l vody o teplotě 78 °C. Tato teplota je vhodná pro vyslazování šrotu při procesu scezování. Jelikož bude nádrž využita i pro další účely, její objem je určen na 10 hl s vnitřním ohřevem elektrickými spirálami.

Stejnou úvahu použijeme i pro výpočet toku chladící vody druhého stupně, kdy je třeba zchladit mladinu na zákvasnou teplotu (7 °C).

$$\dot{m}_v = \frac{\dot{m}_r \times c_{p_v} \times \Delta t_1}{c_{p_r} \times \Delta t_2} \quad (4.14)$$

$\Delta t_r$	teplotní diference mladiny v 2. stupni	[K]
$\Delta t_v$	teplotní diference vody v 2. stupni	[K]

$$\dot{m}_v = \frac{0,14 \times 3,857 \times (22 - 7)}{4,18 \times (5 - 1)} = 0,484 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$$

Pro výpočet velikosti deskového výměníku budeme vycházet z hodnoty součinitele prostupu tepla  $970 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$  (Janáčková, 2011). Jelikož budeme počítat s protiproudým přenosem tepla ve výměníku, bude  $\Delta t_a$  22 K (100 – 78) a  $\Delta t_b$  12 K (22 – 10). Střední logaritmický podíl je vypočten ve vztahu 4.15. Pro výpočet plochy výměníku budeme postupovat dle vztahu 4.17.

$$\dot{m} \times c_p \times \Delta t = U \times \overline{\Delta t} \times S \quad (4.15)$$

U	součinitel prostupu tepla	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
$\overline{\Delta t}$	střední logaritmický rozdíl	[K]
S	celková teplosměnná plocha	[m <sup>2</sup> ]

Pro první stupeň budeme postupovat následovně.

$$\overline{\Delta t} = \frac{\Delta t_b - \Delta t_a}{\ln \frac{\Delta t_b}{\Delta t_a}} = \frac{12 - 22}{\ln \frac{12}{22}} = 16,49 \text{ K} \quad (4.16)$$

$$S = \frac{\dot{m} \times c_p \times \Delta t}{U \times \overline{\Delta t}} = \frac{0,14 \times 3\,857 \times (100 - 22)}{970 \times 16,49} = 2,63 \text{ m}^2 \quad (4.17)$$

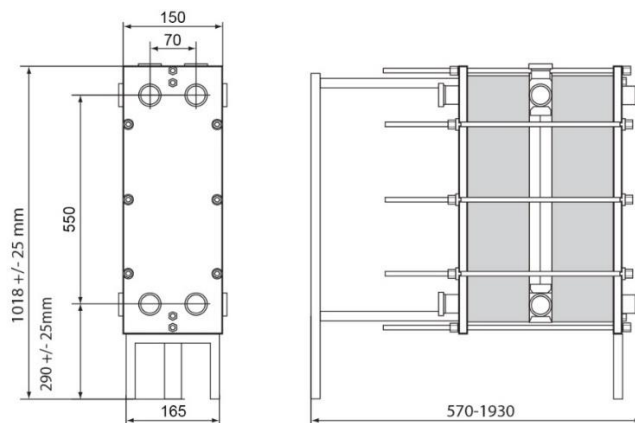
V případě 2. stupně budeme vycházet ze stejných pravidel jako u stupně prvního  $\Delta t_a$  17 K (22 – 5) a  $\Delta t_b$  6 K (7 – 1).

$$\overline{\Delta t} = \frac{6 - 17}{\ln \frac{6}{17}} = 10,56 \text{ K} \quad (4.18)$$

$$S = \frac{0,14 \times 3\,857 \times (22 - 7)}{970 \times 10,56} = 0,79 \text{ m}^2 \quad (4.19)$$

Jako příklad pro použití v našem případě lze použít rozebíratelný deskový výměník

tepla pro hygienické aplikace Alfa Laval Base 6 (viz obrázek 12) se 32 deskami v prvním stupni chlazení a se 10 deskami ve stupni druhém.



Obrázek 11 - Deskový výměník Alfa Laval Base 6 (katalog Alfa Laval)

Použité technické parametry a obrázky jsou převzaty z katalogu společnosti Alfa Laval.

V pivovaru se nechladí pouze horká mladina, ale i kvasné a ležácké tanky. Jelikož pivo by mělo kvasit při teplotě 7 °C a zrát při teplotě 0–1 °C, použijeme jako chladivo propylenglykol o teplotě –2 °C. Kvasné tanky bychom mohli chladit i podchlazenou vodou, ale z důvodu snížení investičních nákladů spojíme oba okruhy do jednoho. Obecně lze vycházet z hodnoty zdroje tepla při kvašení 587 kJ z jednoho kilogramu zkvasitelných cukrů (Sheer, 2014). Prokvašení je cca z 12 % EPM na 4 % EPM, tj.  $\Delta E = 0,08$ .

$$Q = m \times \Delta E \times e \quad (4.20)$$

m	hmotnost kvasící mladiny	[kg]
$\Delta E$	rozdíl původní a konečné hodnoty stupně prokvašení	[%]
e	produkce tepla při kvašení extraktu	[kJ.kg <sup>-1</sup> ]

$$Q = 1000 \times 0,08 \times 587 = 46\,960 \text{ kJ}$$

Po skončení kvašení je třeba tanky zchladit ze 7 °C na 0 až 1 °C, což je optimální teplota pro zrání piva.

$$Q = m \times c_p \times \Delta t = 1000 \times 3,73 \times (7 - 1) = 22\,380 \text{ kJ} \quad (4.21)$$

Součtem výsledků rovnic 4.20 a 4.21 dostáváme konečnou chladicí energii pro jeden kvasný tank. Ležácké tanky produkují již zanedbatelné množství energie a jsou ohřívány převážně z okolního prostředí. Jelikož tanky ochladí prostředí na teplotu nižší než 7 °C, nemusíme tento faktor uvažovat pro kvasné tanky. Pro započtení tohoto faktoru pro ležácké tanky budeme uvažovat stejný chladicí výkon pro ležácké i kvasné tanky (Kunze, 2014).

$$P = \frac{Q}{\tau} \times n \quad (4.22)$$

P	výkon chladicího zařízení	[W]
Q	produkce tepla z jednoho tanku	[kJ]
$\tau$	doba kvašení a ležení	[s]
n	počet CKT	[-]

$$P = \frac{46\,960 + 22\,380}{10 \times 24 \times 3600} \times 7 = 0.562 \text{ kW}$$

Výkon chlazení se musí dimenzovat dle energeticky nejnáročnější operace, což je chlazení mladiny. Jelikož je použit dvoustupňový chladič, je třeba chladit podchlazenou vodu, která chladí mladinu z 22 °C na 6 °C.

$$P = \frac{m \times c_p \times \Delta t}{\tau}$$

P	výkon chladicí jednotky	[kW]
$c_p$	měrná tepelná energie	[kJ.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]
$\Delta t$	rozdíl teplot mladiny před a po zchlazení	[K]

$\tau$ 

doba chlazení

[s]

$$P = \frac{500 \times 3,875 \times (22 - 6)}{3600} = 8,61 \text{ kW}$$

Opět je nutno počítat alespoň s minimální rezervou a výkon jedné chladicí jednotky je tedy navržen na minimálně 10 kW. Jelikož je třeba dvou chladících jednotek, celkový chladicí výkon bude 20 kW.

Velikost akumulární nádrže glykolu a podchlazené vody se určí dle prostorových možností pivovaru. Minimální velikost je závislá na rozměrech výparníku prvního stupně chlazení.

#### 4.6 Rozmístění strojů a zařízení v provozu

Současně s rozšířením technologické části na výrobu piva proběhne v restauraci i několik stavebních úprav. V první řadě se jedná o rekonstrukci toalet, které v současné době nevyhovují hygienickým normám. Celý prostor se zvětší reorganizací vnitřních příček a jednotlivé kabinky budou rozměrově správné dle platné normy. Dále je třeba přesunout toaletu pro personál, čímž dojde ke zmenšení budoucí místnosti určené pro skladování sladu. V prostoru restaurace je třeba vybudovat podklad pro umístění varny. Tato část včetně všech ostatním přímo spjatých s technologickým zařízením bude vyspádována 3 % sklonem podlahy se zavedením do odtokového kanálku. V technické místnosti je třeba vybudovat oddělenou část určenou pro sanitaci, která zamezí odtoku nebezpečných látek do kanalizace. Touto místností zároveň povede vzduchovod ventilátoru odvádějící CO<sub>2</sub> ze studeného oddělení. V poslední řadě je třeba oddělit provozní část restaurace a pivovaru od prostoru vymezeného pro hosty. Všechny tyto úpravy jsou vidět v příloze ve výkresu Původní a nový stav.

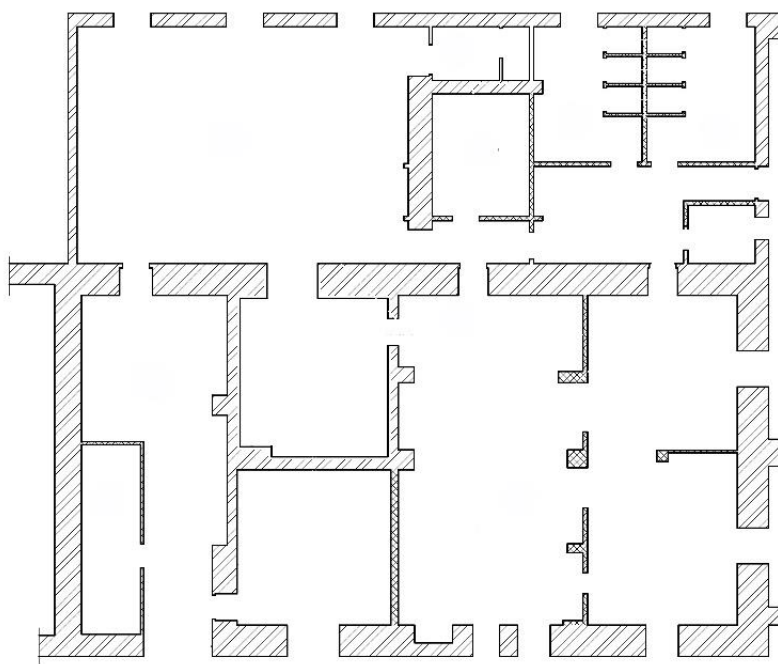
Při návrhu rozmístění strojů uvnitř objektu musíme dbát jak na parametry fyzikální, tak ergonomické. Ergonomie je věda o tvorbě pracovního prostředí, a jelikož i v řemeslném pivovaru musí pracovat minimálně jeden člověk, je třeba tyto aspekty zohlednit (Šimek, 1992).

V této části je na několika obrázcích znázorněna poloha jednotlivých technologických zařízení. Pro ilustraci si daný objekt rozložíme do několika částí. Označení těchto částí

vychází z výkresu rozmístění technologie viz příloha.

- 1.10 Oddělení kvasných a ležáckých tanků (studené oddělení)
- 1.11 Technická místnost
- 1.12 Varna pivovaru (teplé oddělení)

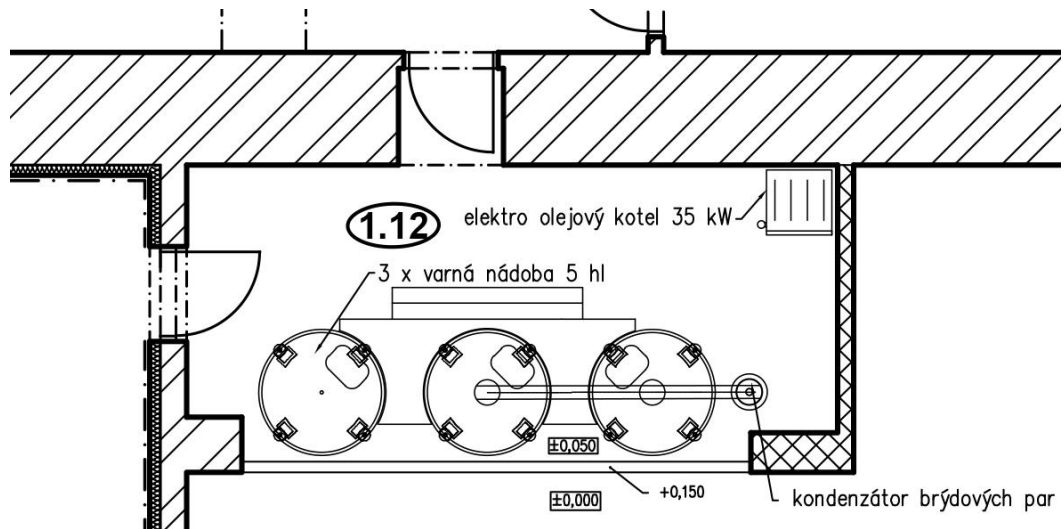
Důvodem takového rozmístění je minimalizace toku materiálu napříč budovou. Všechny tyto části je možno vidět na obrázku 13.



Obrázek 12 - Prostory restaurace po stavebních úpravách

V prvním případě je zaznamenáno rozmístění komponent na varně. Umístění varny do prostoru restaurace je provedeno na žádost majitele, neboť jde o logický marketingový tah. Jedná se o scezovací kád', rmutu-mladinovou pánev a vířivou kád' (viz obrázek 13). Od výrobců známe přibližné rozměry a v případě reálného řešení bychom je museli přizpůsobit velikosti dle přesných rozměrů. Na pravé straně varny je umístěn kondenzátor brýdových par z důvodu případné komplikace odvodu par do okolního prostředí. V této části je umístěn i elektroolejový kotel, jenž je zdrojem tepla pro technologické procesy. Varna je na pomyslném podstavci oddělena podezdívkou o výšce 150 mm a vyspádována do odtokového kanálku (3 %), jenž vede do další místnosti se spádem 1 %. Z varny vede potrubí DN32 s odvodem mladiny do technické

místnosti, kde dojde k jejímu zchlazení na zákvasnou teplotu.

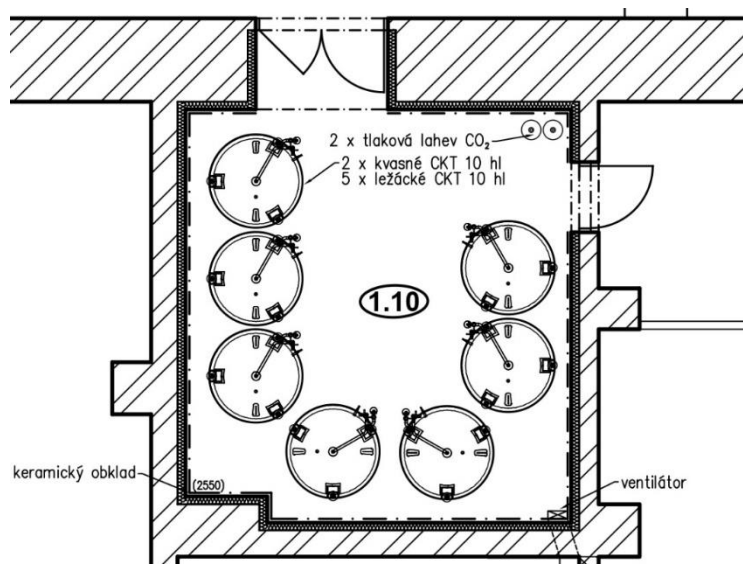


Obrázek 13 - Varna pivovaru

Další místností je kombinace spilky a ležáckého sklepa (viz obrázek 14). Jedná se o tepelně izolovanou místnost z důvodu zamezení úniku chladu do okolí, čímž se razantně sníží náklady na chlazení během kvašení a zrání piva. Místnost je vyspádována stejně jako v případě varny 3 % směrem do odtokového kanálku, jenž místností prochází směrem z varny do technické místnosti. V této místnosti je podél stěn rozmístěno celkem 7x CKT o objemu 10 hl. Chlazení tanku je vždy řešeno duplikátorem s přívodem teplotnosné látky plastovým potrubím z technické místnosti. Vedle vchodu od varny jsou umístěny 2 tlakové lahve o objemu 50 l s CO<sub>2</sub>. Jelikož tento plyn vzniká během kvasného procesu, je třeba do spodní části místnosti umístit odvětrávací zařízení. Důvody nutnosti odvětrávání jsou blíže popsány v kapitole 3.1.

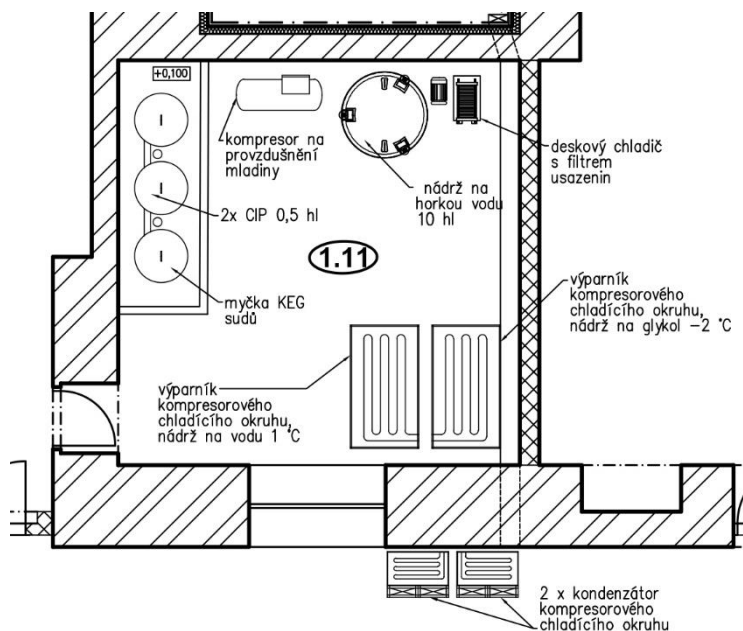
Poslední znázorněnou částí restaurace je technická místnost. Tato místnost obsahuje dvoustupňový chladič mladiny. Na vstupu do chladiče je umístěn filtr usazenin (viz obrázek 16) a tok mladiny je poháněn odstředivým čerpadlem o výkonu 1,5 kW. Vedle chladiče je umístěn zásobník horké vody s možností vnitřního ohřevu pomocí elektrické odporové spirály. Vedle zásobníku horké vody je umístěn kompresor, jenž zásobuje provzdušňovací svíčku, která je umístěna na konci mladinového potrubí.





Obrázek 14 - Studené oddělení

V levé části místnosti je umístěna dvounádobová CIP stanice a myčka KEG sudů. Obě tyto komponenty jsou na vyvýšené plošině s okolní podezdívkou ve výšce 150 mm tak, aby bylo zamezeno odtoku nebezpečných látek do kanalizace.



Obrázek 15 - Technická místnost

Posledními komponentami jsou 2 izolované nádrže, každá o objemu 7 hl. Součástí každé z nich je i výparník kompresorového chladicího okruhu, jenž zajišťuje odvod

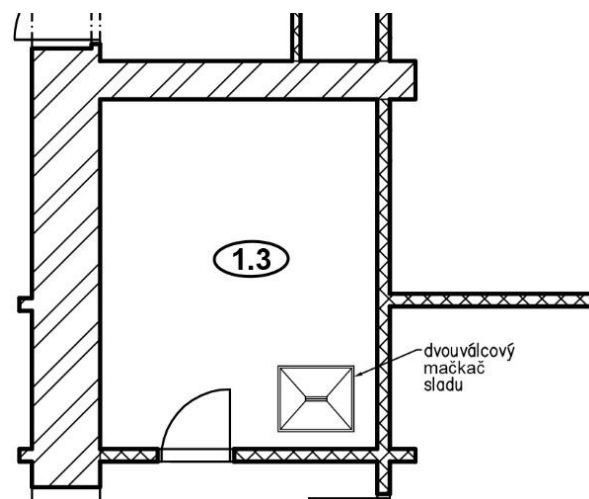
tepla mimo prostor restaurace. Jedna z nádrží obsahuje vodu, jež je chlazená na teplotu 1 °C (nutná k chlazení mladiny), a druhá z nádrží obsahuje roztok vody a propylenglykolu o teplotě -2 °C.

Sklad sladu (místnost 1.3) je blíže popsán v kapitole 4.7, která se zaměřuje na problematiku skladování. Sklad prázdných KEG sudů (místnost 1.8) není třeba blíže specifikovat.

Rozvody jednotlivých potrubí, elektroinstalace a kanalizace jsou součástí výkresové dokumentace. Tyto dokumenty by měl zpracovávat autorizovaný technik, a jelikož se nejedná o autorizaci v oblasti technologického zařízení staveb, nejsou v této části práce blíže specifikovány.

#### 4.7 Sklady a skladování

Sklady jsou v řemeslných pivovarech využívány převážně pro skladování sladu. Konkrétní prostor vyhrazen pro skladování sladu u dané restaurace je na obrázku 17. Součástí skladu je i dvouválcový mačkač sladu a váha. Organizace skladu se řídí pravidlem FIFO (angl. first in first out), kdy první přijaté skladové zásoby se spotřebují jako první v pořadí.



Obrázek 16 - Sklad sladu

V této části je třeba určit, za jakých podmínek a případně v jakém množství se bude udržovat zásoba surovin pro výrobu. Velikost jedné dodávky sladu se určuje vzorcem

4.23 (Bervidová, 2009). Je uvažováno naskladňování sladu jednou za 2 měsíce a pojistnou zásobu na 7 dnů. Spotřeba vychází z technologických parametrů a pohybuje se ve velikosti 100 kg sladu na 500 litrů piva.

$$Z = \left( \frac{T_1}{2} + T_2 \right) \times q \quad (4.23)$$

Z	velikost jedné dodávky	[kg]
T <sub>1</sub>	dodávkový cyklus	[dny]
T <sub>2</sub>	pojistná zásoba	[dny]
q	normovaná spotřeba	[kg/den]

$$Z = \left( \frac{31}{2} + 14 \right) \times 28,57 = 842,82 \text{ kg} \cong 850 \text{ kg}$$

Normativ zásob je velikost dodávky cenou produktu. Ta se pohybuje pro řemeslný pivovar okolo 12 000 Kč/t.

$$N = Z \times C = 0,850 \times 12\,000 = 10\,200 \text{ Kč} \quad (4.24)$$

Optimální výše dodávky je dána ekonomicko-technickými možnostmi našeho podniku. Při výpočtu optimální výše dodávky vycházíme z předpokládané spotřeby za dané období, nákladů na tuto dodávku, délky plánovacího období, velikosti dodávky a délky dodávkového cyklu. Při praktické implementaci modelu řízení zásob vycházíme z plánovaného objemu výroby a plánovaných prodejů v daném období. Dále musíme zohlednit, že náklady na skladování sladu v prostorách restaurace jsou v našem případě zanedbatelné. Pro výběr dodavatele sladu je možné použít seznam sladoven, jenž je uveden v příloze 1.

Další surovinou, kterou je třeba skladovat, je chmel. Pokud budeme uvažovat o použití chmele granulovaného, je třeba jej skladovat v prostorách s teplotou 6 °C (Hlaváček, 1966). Vzhledem k množství používaném v řemeslném pivovaru postačí ke skladování

obyčejná chladnička.

Pro distribuci piva do restaurace můžeme použít cejchované KEGy. Ty jsou poslední entitou, které je možno skladovat v řemeslném pivovaru. Pro snížení požadavků na prostor pivovaru je vhodné plné KEGy skladovat v místnosti současně s ležáckými tanky, kde jsou současně chlazeny okolním prostředím. V tomto případě nám odpadá nutnost strojního chlazení v prostorách restaurace. Prázdné KEGy budou skladovány v místnosti 1.8, viz výkres rozmístění technologie.

#### 4.8 Manipulace s materiálem

Pro manipulaci se sladem (později se sladovým šrotem) používáme pytle, ve kterých jsou tyto suroviny dodávány. Z důvodu ochrany proti hlodavcům je vhodné tyto pytle přemístit do plastových kontejnerů, které lze díky kolečkům snadno přemísťovat a umísťovat do dvou pater na sebe. Obecně se vyrábí ve dvou velikostech a to 120 l nebo 240 l. Jelikož je slad dodáván v 50 kg pytlích, kontejnery o velikosti 120 l budou pro naši potřebu dostatečné.

Při výpočtu manipulace tekutých materiálů budeme vycházet z několika předpokladů. Dobu na přečerpání celého objemu varny (500 l) určíme na 20 minut, tedy 0,417 l/s. Rychlost proudění média ve výtlačném potrubí odstředivých čerpadel je maximálně 4 m/s (kode.cz).

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v}} \quad (4.25)$$

d	světlost potrubí	[m]
Q	průtok mladiny	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
v	rychlost proudění mladiny	[m.s <sup>-1</sup> ]

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 0,00166}{\pi \times 4}} = 0,0229 \text{ m} = 22,9 \text{ mm}$$

Potrubí pro tyto účely je tedy nutné volit DN25. Pro výpočet výkonu čerpadla

použijeme výpočet dopravní výšky softwarem, kdy budeme uvažovat délku vodorovné části potrubí 23 m (3 m sací potrubí a 20 m výtlačné potrubí) a délku vertikální části potrubí 3 m (1 m sací potrubí a 2 m výtlačné potrubí). Požadovaný přetlak na konci potrubí stanovíme 0,3 MPa (30 m výtlačné výšky).

$$H = H_s + H_v \quad (4.26)$$

H	dopravní výška čerpadla	[m]
H <sub>s</sub>	sací výška čerpadla	[m]
H <sub>v</sub>	výtlačná výška čerpadla	[m]

$$H = (3 + 1) + (20 + 2 + 30) = 56 \text{ m}$$

$$P = \frac{\rho \times g \times H \times Q}{\eta} \quad (4.27)$$

P	příkon čerpadla	[kW]
ρ	hustota vody (při 100 °C = 958,35)	[kg.m <sup>-3</sup> ]
g	gravitační zrychlení (9,81)	[m.s <sup>-2</sup> ]
Q	objemový průtok	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
η	účinnost (0,8 – 0,9)	[-]

$$P = \frac{958,35 \times 9,81 \times 56 \times 0,00166}{0,85} = 1,03 \text{ kW}$$

Čerpadlo je vhodné volit 1,5 kW s ohledem na možné čerpání studené vody a zachování požadovaného přetlaku na konci potrubí.

Pro čerpání teplotnosné látky z akumulární nádrže se používají oběhová čerpadla umístěná na každém potrubí zvlášť z důvodu regulace teplot CKT.

## 4.9 Ekonomika

Pro předběžné určení výrobních nákladů budeme počítat s dostupnými hodnotami spotřeby vody a spotřeby elektrické energie. V tabulce 2 jsou vidět relativní hodnoty spotřeby jednotlivých zdrojů rozdělené dle technologického oddělení. Jelikož se v našem pivovaru neplánuje výstavba všech těchto oddělení, hodnoty pro tato oddělení odečteme a výsledné procento vynásobíme předpokládanou spotřebou.

Tabulka 2 - Podíl na spotřebě zdrojů rozdělený podle technologických oddělení, (\* = plánované oddělení, - = neplánované oddělení) (Kosař, 2000)

	Podíl na spotřebě vody [%]	Podíl na spotřebě el. energie [%]			Skutečná spotřeba vody [%]	Skutečná spotřeba el. energie [%]
zpracování surovin	2,20	2,70		*	63,90	68,50
varna	26,90	18,20		*		
kvašení	6,10	15,90		*		
dokvašování	6,90	14,80		*		
filtrace	0,41	5,30		-		
stáčírna lahví	1,57	20,60		-		
stáčírna sudů	7,70	4,20		*		
skladování	6,60	3,70		*		
přeprava	0,32	5,60		-		
ostatní	7,50	9,00		*		

Z tabulky 2 vidíme, že spotřeba vody pro náš pivovar se sníží o 36,1 %, pokud nezapočteme všechna oddělení. Podobná hodnota je i pro elektrickou energii (snížení spotřeby o 31,5 %). Absolutní hodnoty spotřeby zdrojů jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3 - Celková spotřeba zdrojů našeho pivovaru (Kosař, 2000)

	spotřeba vody [hl <sub>vody</sub> /hl <sub>piva</sub> ]	spotřeba elektrické energie [kWh.hl <sup>-1</sup> ]
výstav do 2000 hl	10,00	16,80
Předběžná spotřeba v našem pivovaru	6,39	11,51

Průměrná cena elektřiny k prvnímu pololetí 2017 je rovných 3,71 Kč/kWh

(www.energie123.cz), a průměrná cena vody ke stejnému období je 81,04 Kč/m<sup>3</sup> (www.cenyenergie.cz). Z vypočtených parametrů jednotlivých strojů lze určit jejich předběžnou cenu energií za celý rok.

$$N_v = ((6,39 \times 224) \times 0,1) \times 81,04 = 11\,599 \text{ Kč} \quad (4.28)$$

$N_v$                       roční náklady pivovaru na spotřebu vody                      [Kč]

Koeficient 0,1 převádí hl na m<sup>3</sup>.

$$N_e = (11,51 \times 224) \times 3,71 = 9565 \text{ Kč} \quad (4.29)$$

$N_e$                       roční náklady pivovaru na spotřebu elektrické energie                      [Kč]

Dále je třeba určit cenu za spotřebované suroviny. Po oslovení několika sladoven je možno počítat s částkou cca 12000 Kč/t sladu. Jelikož je spotřeba sladu cca 20 kg/100 l piva (Moštek, 1969), lze vypočíst, že za rok spotřebujeme při výrobě 224 hl 12% EPM piva cca 4480 kg sladu.

$$N_s = 4,48 \times 12000 = 53\,760, - \quad (4.30)$$

$N_s$                       náklady na slad                      [Kč]

Cena chmele je velmi pružná a zároveň odlišná na vybrané odrůdě. Průměrně se v sezóně 2015 cena pohybovala okolo 246144 Kč/t (eagri.cz). Spotřeba chmele na výrobu piva je cca 0,35 kg/100 l (Mikyška, 2009). Za rok tedy spotřebujeme cca 78,4 kg chmele.

$$N_{ch} = 78,4 \times 0,001 \times 246144 = 19\,297, - \quad (4.31)$$

$N_{ch}$  náklady na chmel [Kč]

Pro kompletní výpočet je třeba přičíst i cenu práce sládky. Hodnota průměrné mzdy na této pracovní pozici je převzata z portálu [www.platy.cz](http://www.platy.cz). Na pozici potravinářský technolog je průměrná měsíční mzda přesně 26 653,-. Zaměstnavatel tak po odvodu státu sociálního a zdravotního pojištění za zaměstnance bude mít celkové náklady cca 29 483,-. Jelikož by bylo finančně nákladné zaměstnat sládky na plný úvazek, zvolíme smluvní ujednání se sládkem externím. Hodinová sazba sládků je dle předchozích dat 184,3 Kč, ve skutečnosti je však třeba počítat alespoň s 220 Kč/hod. Předběžný počet uvařených várků je 48 a doba uvaření jedné várky trvá 12 hodin.

$$N_z = 220 \times 12 \times 48 = 126\,720, - \quad (4.32)$$

$N_z$  náklady na zaměstnance [Kč]

Náklady na výrobu piva jsou součtem všech nákladových položek vypočtených v předchozích odstavcích.

$$N = N_v + N_e + N_s + N_{ch} + N_z \quad (4.33)$$

$N$  celkové náklady na výrobu 224 hl piva [Kč]

$N_v$  náklady na vodu [Kč]

$N_e$  náklady na energie [Kč]

$N_s$  náklady na slad [Kč]

$N_{ch}$  náklady na chmel [Kč]

$N_z$  náklady na zaměstnance [Kč]

$$N = 11599 + 9565 + 53760 + 19297 + 126720 = 220\,941 \text{ Kč.rok}^{-1}$$

Měsíční náklady na provoz jsou 18 411 Kč.



Náklady na pořízení zařízení není v rámci diplomové práce možno zjistit s dostatečnou přesností. K dispozici jsou sice podklady, které uvádí konkrétní hodnoty, ty je však možno smlouvat s lepšími podmínkami. Pro náš výpočet budeme vycházet z konkrétní ceny jednoho nejmenovaného dodavatele. Cena za zařízení kompletního pivovaru v naší velikosti je 3 772 600,-.

Výše úvěru je vypočtena z průměrných hodnot úrokových sazeb podnikatelských úvěrů (dle serveru [www.penize.cz](http://www.penize.cz) se jedná o úročení v průměru 6 %), velikostí splátky (dána možností splácat i v ekonomicky nejnáročnějším měsíci) a délkou doby splatnosti (v našem případě 5 let).

Velikost měsíční splátky se určí z dostupných prostředků v nejméně ekonomicky příznivém měsíci v roce. V našem případě se jedná o leden s plánovanými prodeji cca 12 hl. Průměrná cena 0,5 l piva v ČR je dle serveru [pividky.cz](http://pividky.cz) 22,34 Kč bez DPH. Za měsíc leden tak pivovar vydělá 53 616 Kč. Na zaplacení splátky úvěru nám tedy zbyde 35 205 Kč. Pro výpočet délky úvěru budeme dále počítat s možností splácat 25 000 Kč měsíčně, a to z důvodu náhodných událostí.

Určení výše úvěru vychází z možností investora zaplatit část investice z vlastních prostředků. Realizace pivovaru je součtem ceny strojního zařízení, instalace zařízení a stavebních úprav objektu. Odhad cen stavebních úprav by bylo třeba konzultovat se stavební firmou, v našem případě budeme počítat s cenou 100 000 Kč. Dále je třeba počítat s odměnami pro autorizované inženýry, kteří vypracují projektovou dokumentaci (dle ČKAIT se odvádí určitá procenta z ceny projektu). V našem případě budeme počítat s cenou projektu ve výši 3 % investice, to znamená cca 114 000 Kč. Součtem těchto hodnot se dostáváme na částku 3 986 600,-. Budeme uvažovat možnosti investora zaplatit tuto částku z 50 %. Výše úvěru tak bude 1 993 300 Kč.

Úroková sazba	6 %
Výše úvěru	1 993 300 Kč
Výše splátky	25 000 Kč
Délka úvěru	102 měsíců (8,5 let)

Jelikož výroba piva podléhá spotřební dani, je třeba k výsledné ceně přičíst i tuto

položku. Od roku 2010 je v ČR spotřební daň na pivo 32 Kč/hl/% EPM a snížená sazba je dána ročním objemem produkce pivovaru (v našem případě do 10 000 hl/rok je sazba snížena na 50 %). Pro zjednodušení budeme vycházet z výroby piva o 12 % EPM.

$$N_{ds} = 224 \times 16 \times 12 = 43\,008, - \quad (4.33)$$

$N_{ds}$                                       odvod státu na spotřební dani                                      [Kč]

Dále prodej piva podléhá i dani z přidané hodnoty, jejíž velikost je v současné době 21 %. V předchozím odstavci je uvedeno, že průměrná cena piva je 22,34 Kč za 0,5 l. Při připočtení spotřební daně (tj. 0,96 Kč) a DPH (tj. 4,69 Kč) nám vyjde, že výsledná prodejní cena piva je 27,88 Kč.

Investor je nucen rozhodnout o způsobu financování celého projektu. Jednou z možností je financování vlastními zdroji, pokud jimi investor disponuje. V opačném případě se musí obrátit na finanční ústav a na základě nabídnutých podmínek se rozhodnout, zda je ochoten přijmout riziko neúspěchu značky.

## 5 SEZNAM STROJŮ A ZAŘÍZENÍ

Z vypočtených kapacitních požadavků lze určit konečného dodavatele celého pivovaru. Po oslovení tří dodavatelů (NEREZ CIDLINA s.r.o., DESTILA s.r.o., Czech Minibreweries s.r.o) jsou k dispozici jejich nabídky technického řešení. Lze předpokládat, že dodavatelem se stane cenově nejpříznivější nabídka.

- mačkač sladu s výkonností 150 kg/h
- váha o max. váživosti 150 kg
- varna 5 hl o ohřevem horkým olejem. Odstředivé čerpadlo o výkonu 3 m<sup>3</sup>/hod s regulací otáček pomocí frekvenčního měniče.
- elektroolejový kotel o výkonu 35 kW
- deskový chladič mladiny o výkonu 500 l/hod
- provzdušňovací svíčka mladiny na potrubí DN25
- kondenzátor brýdových par DN125
- nádoba na horkou vodu o objemu 1 000 l
- CKT 7 ks o objemu 10 hl
- automatická jednotka na řízení kvasných teplot
- čerpadlo o příkonu 1 kW, DN25
- myčka KEG-sudů 1 kW DN25
- nádoba na sanitační roztok 500 l
- kompresor 4 kW, výkon 0,675 Nm<sup>3</sup>.min<sup>-1</sup>, max. tlak 1,0 MPa
- chladičí jednotka glykolu 10 kW
- chladičí jednotka ledové vody 10 kW
- zásobník glykolu 700 l
- zásobník ledové vody 700 l

## 6 VÝSLEDKY A DISKUZE

Pro danou restauraci byl navržen pivovar s ročním výstavem piva 224 hl. Tato hodnota bude zajisté kolísat, převedším změnami preferencí zákazníků. Pro určení této hodnoty byly použity pouze tabulkové hodnoty, které však (podle zkušeností majitelů řemeslných pivovarů) velmi přesně korespondují s realitou. Při oslovení dodavatelů technologií řemeslných pivovarů je rozhodujícím údajem právě výstav piva. Díky dlouholetým zkušenostem jsou tyto firmy schopny dodat restauraci předběžný návrh a určit velikost veškerého technologického zařízení z této jediné hodnoty. Odchytky od zmíněného předběžného návrhu jsou již pouze díky specifickým vlastnostem objektu, do něhož se má pivovar umístit. Po obdržení těchto nabídek od dvou společností lze konstatovat, že parametry daného pivovaru, resp. jednotlivých zařízení, celkem přesně korespondují s vypočtenými hodnotami a liší se pouze v několika detailech.

Při stavbě pivovaru je třeba uvažovat o všech možných aspektech. Jako nejdůležitější je samozřejmě neopakovat chyby předchozích pivovarů a snažit se zapadnout do konceptu, jež místní lidé vyžadují. Neúspěšně například dopadl bývalý pivovar BHS v Praze, jenž doplatil na nedostatky v projektu, a v turisticky velmi oblíbené lokalitě nedokázal adekvátně odpovědět na lokální poptávku. Za zkrachovalým pivovarem Svinišťany stojí především výstavba nového obchvatu, jež změnila hlavní tok lidí a tím i příjmy pivovaru. Důležitý je i výběr kvalitního dodavatele, neboť při výběru podezřele levné nabídky je možné, že i kvalita provedení projektu bude na nízké úrovni.

Co se technologického projektu týče, jeho kvalita je posouditelná pouze reálným provozem daného pivovaru. Teoreticky je strojní zařízení dimenzováno s dostatečnou rezervou, a v případě potřeby by bylo možné rozšíření díky využití dalších ploch restaurace.

Při výběru druhů technologií bylo vycházeno mimo jiné ze zkušeností provozovatelů ostatních řemeslných pivovarů. U zdroje tepla pro varný proces můžeme vybírat mezi přímým otopem plynem nebo otevřeným ohněm, dále elektrickými spirálami nebo topnými plotýnkami z vařiče, otopem párou (duplikátor pánve), či horkým olejem. Elektrické spirály nejsou mezi řemeslnými pivovary oblíbené především díky připalování šrotu u dna pánve a z důvodu častějších výměn těchto spirál, které podléhají rychlému opotřebení. Námi oslovení dodavatelé možnost otopu pánve tímto způsobem ani nenabízejí. V případě otopu parou je třeba počítat s prostornějším parním kotlem

a zařadit do strojního zařízení i sběrač kondenzátu. V našem případě se jako nejvhodnější ukazuje otop horkým olejem, který je možno ohřívat přímo v prostoru varny.

V případě výběru chladicího zařízení máme na výběr ze dvou druhů, a to chlazením teplotou látkou (proudící duplikátorem tanku) a prostorovým chlazením. Jelikož pivo by mělo zrást při teplotě 0–1 °C a varna, která je umístěna hned vedle této místnosti, produkuje velké množství tepla, bylo by velmi energeticky náročné chladit celý prostor na danou teplotu. Celý okruh této podchlazené látky je izolován a prostor restaurace tak není ovlivňován chladem vedlejší místnosti.

Pro kvašení bylo zvoleno uzavřených nádob z důvodu lepších hygienických parametrů. V současné době je nárůst výroby piva technologií svrchního kvašení. Je nutné vzít v úvahu i možnost výroby piva oběma technologiemi, což při otevřeném kvasném hospodářství není možné.

Součástí diplomové práce je i 6 výkresů, které se snaží přiblížit nutné úpravy z hlediska nových rozvodů elektroinstalace, vodovodního potrubí a kanalizace. Jeden z výkresů se věnuje problematice stavebních úprav. Největší stavební rekonstrukce je plánována v oblasti současných toalet, které nevyhovují současným normám z hlediska hygieny. Drobnější stavební úpravy jsou pak plánovány přímo pro samotnou výstavbu pivovaru. Nejdůležitější je výkres popisující rozmístění technologie, neboť díky němu je možné vizualizovat konečnou podobu restaurace současně se všemi technologickými zařízeními. Tyto výkresy nejsou prováděcí a slouží pouze jako předběžný návrh dané problematiky konkrétní situace.

## 7 ZÁVĚR

Úkolem práce bylo vytvoření dokumentu pro majitele restaurací, kteří by v budoucnu chtěli vyrábět své vlastní pivo. Nejedná se o kompletní projekt, ale pouze o návrh projektu, neboť pro reálné vypracování projektu je kompetentní pouze autorizovaná osoba. Práce se zaměřuje na komplexní pohled na celou problematiku a po jejím přečtení by čtenář měl být schopen odpovědět na všechny otázky týkající se této problematiky. Při realizaci je třeba provádět stavební úpravy, rozvést novou elektroinstalaci, vodoinstalaci a kanalizaci a přizpůsobit novému provozu organizaci podniku. Dá se říci, že projekce technologie zasahuje do všech částí restaurace a po realizaci bude třeba přizpůsobit chod restaurace.

Speciální problematikou jsou pak jednotlivé legislativní požadavky, které předepisují vše od chodu restaurace, po rozmístění strojního zařízení. Hlavním problémem je nulová centralizace informací jednotlivých požadavků, které musí podnik splnit a které po něm budou v budoucnu vymáhat jednotlivé úřady. Ze zkušeností víme, že úředníci vědí o dané problematice velmi málo, a jejich slabou erudicí zbytečně komplikují provozovatelům restaurací život. Dalším problémem je potom četnost kontrol, která zatěžuje provozovatele především z časového hlediska.

Při projektování technologií vycházíme z různých dat, která se mohou od reality velmi lišit. Při důkladné studii informačních zdrojů je možno zaznamenat větší, či menší odchylky jednotlivých hodnot v rámci dané problematiky. Za vhodné se považuje využití znalostí provozovatelů těchto podniků, neboť ti dokáží přesně formulovat slabá místa jejich konkrétního řešení.

Na závěr je třeba věnovat několik slov průmyslovým pivovarům. Převážná většina restaurací není schopna produkovat vlastní pivo a jediným východiskem se tak zdá prodej piva z průmyslových pivovarů. Je třeba si uvědomit, že vznikla spousta řemeslných pivovarů bez vlastní restaurace a jejich provoz je tak závislý pouze na odběru piva okolních podniků. Provozovatelé restaurací by, dle mého názoru, měli brát v úvahu i tyto menší pivovary jako hlavního dodavatele piva. Hlavním lákadlem průmyslových pivovarů pro majitele restaurací jsou ekonomické pobídky, ne však samotná kvalita prodáváného produktu. Odmítnutí prodeje piva průmyslového pivovaru a přijetí dodavatele piva z řemeslného pivovaru je krokem, kterým dochází k diverzifikaci trhu a správným krokem směrem k zákazníkovi.

## Seznam literatury

1. BASAŘOVÁ, G.. Pivovarství teorie a praxe výroby piva. Praha: VŠCHT, 2010. ISBN- 978-80-7080-734-7
2. BERVIDOVÁ L., VANČUROVÁ P. Cvičení z ekonomiky podniku I. Praha: ČZU, 2009. ISBN 978-80-213-1192-3
3. DANĚK, J.. Technologie. Praha: SNTL, 1982.
4. DIESTLER, R.. Pivopedie. Praha: Euromedia Group k. s., 2014. ISBN 978-80-242-4486-0
5. HATIAR, K.: Základy ergonomie. In.: Šulcová, M., Krutý, F., Moricová, S.: Pracovní lékařstvo. Časť I. Učebné texty pre poslucháčov študijného odboru Verejné zdravotníctvo FZSP TU (skriptá), vydáva FZSP TU, Trnava
6. HLAVÁČEK, F.. Pivovarství. Praha: SNTL, 1966.
7. JANÁČOVÁ, D. a kol.. Procesní inženýrství. Fyzikální, transportní a termodynamická data. Zlín: UTB AC, 2011. ISBN 978-80-7318-997-6
8. KADLEC, P.. Procesy a zařízení potravinářských biotechnologických výrob. Ostrava: KEY Publishing s.r.o., 2012. ISBN 978-80-7418-086-6
9. KOSAŘ, K.. Technologie výroby sladu a piva. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2000. ISBN 80-902658-6-3
10. KUNZE, W.. Technology Brewing and Malting. Berlin: VLB-Fachbücher, 2014. ISBN 978-3-921690-77-2
11. MANGER, H.. Planung von Anlagen für die Gärungs – und Getränkeindustrie. Berlin: VLB-Fachbücher, 1999. ISBN 978-3-921690-82-6
12. MOŠTEK, J.. Biochemie a technologie sladu a piva. Praha: SNTL, 1969.
13. PELIKÁN, M.. Technologie kvasného průmyslu. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2004. ISBN 80-7157-578-x
14. SOUKUPOVÁ, L.. Pivovarský kalendář 2016. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2015. ISBN 978-80-86576-68-x
15. SOUKUPOVÁ, L.. Pivovarský kalendář 2017. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2016. ISBN 978-80-86576-73-2
16. ŠIMEK, J.. Technologické projektování. Brno: VUT, 1992. ISBN 80-214-0434-5

## Ostatní zdroje

1. Aktuální cena elektřiny In. energie123.cz [online]. [cit. 14. 3. 2017]. Dostupné z: <http://www.energie123.cz/elektrina/ceny-elektricke-energie/cena-1-kwh/>
2. Doporučené hodnoty rychlosti proudících medií v potrubí. In. kode.cz [online]. [cit. 25. 2. 2017]. Dostupné z: <http://www.kode.cz/cz/109/mainpage.htm>
3. Chmel v tuzemských pivovarech. In. beerresearch.cz [online]. [cit. 3. 3. 2017]. Dostupné z: [https://vupsis.beerresearch.cz/verejne/vysledky?action=show\\_file&result=623](https://vupsis.beerresearch.cz/verejne/vysledky?action=show_file&result=623)
4. Chráněné zeměpisné označení České pivo. In. ceskepivo.cz [online]. [cit. 19. 11. 2016]. Dostupné z: [http://www.ceskepivo.cz/index.php/Hlavn%C3%AD\\_strana](http://www.ceskepivo.cz/index.php/Hlavn%C3%AD_strana)
5. Katalog produktů 2016. In. Bupospol [online]. [cit. 1. 3. 2017]. Dostupné z: <http://www.bupospol.cz/FileDownload.aspx?file=486021.pdf>
6. Mapa českých pivovarů a minipivovarů. In. Pivníci [online]. [cit. 21. 11. 2016]. Dostupné z: <http://www.pivnici.cz/mapa-ceskych-pivovaru-a-minipivovaru>
7. Nařízení Rady (ES) č.1935/2004 ze dne 27. října 2004 o materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami a o zrušení směrnic 80/590/EHS a 89/109/EHS. In EUR-Lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské unie [cit. 12. 2. 2017]
8. Obchodní podmínky společnosti Chevak. In. chevak.cz [online]. [cit. 29. 11. 2016]. Dostupné z: [http://www.chevak.cz/sites/CHEVAK.cz/repository/Obchodni\\_podminky\\_2016-1.pdf](http://www.chevak.cz/sites/CHEVAK.cz/repository/Obchodni_podminky_2016-1.pdf)
9. Požadavky na projekt vodovodní přípojky. In. Vodovody a kanalizace Hodonín [online]. [cit. 28. 1. 2017]. Dostupné z: [http://www.vak-hod.cz/?page\\_id=310](http://www.vak-hod.cz/?page_id=310)
10. Požární riziko a stupeň požární bezpečnosti. In tzb-info.cz [online]. [cit. 17. 1. 2017]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/13654-pozarni-riziko-a-stupen-pozarni-bezpecnosti>
11. Rozdíl v tlakování sudu vzduchem a CO<sub>2</sub>. In: Esinop [online]. [cit. 4. 2. 2017]. Dostupné z: <http://www.esinop.cz/jaky-je-rozdil-mezi-tlakovani-vzduchem-a-co2>



12. Situační a výhledová zpráva chmel a pivo. In. Ministerstvo zemědělství [online].  
[cit. 12. 3. 2017]. Dostupné z:  
[http://eagri.cz/public/web/file/443706/SVZ\\_Chmel\\_2015.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/443706/SVZ_Chmel_2015.pdf)
13. Splitové vodní chladicí jednotky. In. ceskeminipivovary.cz [online].  
[cit. 20. 2. 2017]. Dostupné z:  
<http://www.ceskeminipivovary.cz/nabidka/vyroba/komponenty-pivovaru/chlazení/kapalinove/s-oddelenym-kondenzatorem/>
14. Teorie přenosu tepla, deskové výměníky. In. Alfa Laval [online].  
[cit. 5. 3. 2017]. Dostupné z:  
[http://www.boyser.sk/katalogy/Alfa\\_Laval\\_Teorie\\_prenosu\\_tepla.pdf](http://www.boyser.sk/katalogy/Alfa_Laval_Teorie_prenosu_tepla.pdf)
15. Termodynamika procesu výroby piva. In. Master Brewers [online].  
[cit. 5. 3. 2017]. Dostupné z:  
<http://www.mbaa.com/districts/NorthernCalifornia/Documents/2014%20Joint%20Technical%20Conference/3-3%20F%20Scheer%20Thermodynamics%20for%20Brewers.pdf>
16. Učební text organizace a řízení. In. VŠB 2007 [online]. [cit. 27. 2. 2017].  
Dostupné z: <http://projekty.fs.vsb.cz/414/organizace-a-rizeni.pdf>
17. Vyhláška 252/2004 Sb. In. svas.cz [online]. [cit. 29. 11. 2016]. Dostupné z:  
<http://www.svas.cz/res/archive/128/014010.pdf?seek=1398148307>
18. Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). In: Sbírka zákonů. 11. května 2006. ISBN 978-80-7488-109-1

## Seznam obrázků

Obrázek 1 - Graf počtu řemeslných pivovarů v ČR .....	11
Obrázek 2 - Graf teplot jednotlivých objemů nádob dvourmutového způsobu.....	16
Obrázek 3 - Motýlová klapka přímá GG (katalog Bupospol) .....	20
Obrázek 4 – Filtr usazenin (katalog Bupospol) .....	21
Obrázek 5 - Provdzušňovací svíčka (katalog Bupospol) .....	21
Obrázek 6 - Postupový diagram procesu výroby piva s vyznačením kritických kontrolních bodů (Kosař, 2000).....	25
Obrázek 7 - Časový harmonogram technologických operací v pivovaru.....	28
Obrázek 8 - Graf kolísání spotřeby piva v roce (pivni.info).....	30
Obrázek 9 - kolísání produkce piva pro konkrétní podnik .....	31
Obrázek 10 - Funkční schéma dvoustupňového chladiče (Kosař, 2000) .....	35
Obrázek 11 - Deskový výměník Alfa Laval Base 6 (katalog Alfa Laval).....	38
Obrázek 12 - Prostory restaurace po stavebních úpravách .....	41
Obrázek 13 - Varna pivovaru.....	42
Obrázek 14 - Studené oddělení .....	43
Obrázek 15 - Technická místnost .....	43
Obrázek 16 - Sklad sladu .....	44

## Seznam tabulek

Tabulka 1 - Maximální kontrační limity v kanalizační síti (svas.cz).....	24
Tabulka 2 - Podíl na spotřebě zdrojů rozdělený podle technologických oddělení, (* = plánované oddělení, - = neplánované oddělení) (Kosař, 2000) .....	48
Tabulka 3 - Celková spotřeba zdrojů našeho pivovaru (Kosař, 2000) .....	48

## **Seznam příloh**

Příloha 1. Seznam sladoven v ČR

Příloha 2. Výkres rozmístění technologického zařízení

Příloha 3. Výkres rozvodů chladiva

Příloha 4. Výkres vodovodních rozvodů

Příloha 5. Výkres rozvodů elektroinstalace

Příloha 6. Výkres rozvodů kanalizace

Příloha 7. Stavební výkres původních a nových konstrukcí

# Příloha 1

Seznam sladoven v ČR k 1. 1. 2017

- Benešov Ferdinand
- Broumov
- Bruntál
- Březnice
- Samson
- Dobruška
- Havlíčkův Brod
- Hodonice
- Chodová Planá
- Jablonec nad Nisou
- Kolín
- Kounice
- Kroměříž
- Litovel
- Mšeno
- Náměšť na Hané
- Nošovice
- Nová Paka
- Nymburk Souflet
- Nymburk pivovar
- Plzeň
- Prostějov Souflet
- Prostějov Castello
- Rajhrad
- Suchomaty
- Tábor
- Vratislavice
- Zábřeh
- Záhlinice