

# **Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta  
Obchod a podnikání s technikou**

## **Diplomová práce**

**Návrh inovace výrobní linky v pivovaru  
Herold Březnice**

Diplomant  
Tomáš Chvátal

Vedoucí diplomové práce  
Ing. Vladimír Doležal, Ph.D.

Praha 2008

Vysoká škola: Česká zemědělská univerzita v Praze	Fakulta: technická
Katedra: technologických zařízení staveb	Akademický rok: 2006/2007

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant: **Tomáš Chvátal**

Studijní obor: Obchod a podnikání s technikou

Studijní zaměření:

Název práce: Návrh inovace výrobní linky v pivovaru Herold Březnice

### Zásady pro vypracování:

Cíl práce: Návrh inovace výrobní linky v pivovaru Herold včetně výběrového řízení na dodavatele a technicko-ekonomického posouzení vybrané varianty

Osnova práce:

1. Úvod
2. Přehled poznatků z daného oboru
3. Výchozí podmínky podniku
4. Návrh řešení a výsledky projektu
5. Diskuse a závěry

Metodika práce:

Teoretické a praktické seznámení s danou problematikou

Analýza výchozích podmínek ve zvolené pekárně

Návrh rekonstrukce zejména s ohledem na energetickou náročnost, výkonnost a kvalitu

Výběrové řízení a technicko-ekonomické posouzení vybraného řešení

Rozsah práce: 50 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Seznam doporučené odborné literatury:

Hardwich W.A. : Handbook of Brewing, New York M.Dekker 1994

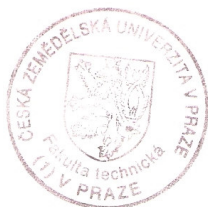
Hoffman P., Filková I. : Výrobní linky potravinářské , ČVUT Praha 1999, 225s., II.  
vydání, ISBN 80-01-02003-7


Lejsek T., Āopka P. : Stroje a zařízení pro výrobu piva a sladu, MZVŽ ČR Praha 1991

Vedoucí diplomové práce: Ing.Doleřal Vladimír, Ph.D.

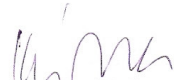
Datum zadání diplomové práce: 11.12.2006

Termín odevzdání diplomové práce: 30. 4. 2008



  
doc. Ing. Miroslav Příkryl, CSc.

vedoucí katedry

  
prof. Ing. Jiří Klíma, CSc.

děkan

V Praze dne 11.12.2006

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Návrh inovace výrobní linky v pivovaru Herold Březnice“ zpracoval samostatně a po odborných konzultacích s Ing. Vladimírem Doležalem, Ph.D. Veškeré použité zdroje jsem uvedl v seznamu literatury.

V Praze, dne 30.4.2008

.....  
Tomáš Chvátal

## **Poděkování**

Mé díky patří vedoucímu diplomové práce Ing.Vladimíru Doležalovi, Ph.D., za důležité rady a připomínky při vedení mé práce. Dále děkuji panu Františku Pinkavovi, sládkovi pivovaru Herold Březnice, za pomoc při získávání informací v pivovaru. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat obchodním zástupcům všech tří firem nabízejících zařízení pro výrobu páry, kteří pro mě měli pochopení a vyšli mi ve všech ohledech vstříc.

**Návrh inovace výrobní linky v pivovaru Herold  
Březnice**

**Innovation proposal of production line in Herold  
Březnice brewery**

**Abstrakt:** Tato práce je zaměřena na nalezení nejproblematičtějšího úseku výrobní linky pivovaru Herold Březnice a návrh jeho inovace. Po prohlídce provozu a jednotlivých zařízení a konzultaci se sládkem pivovaru, se jako největší problém ukázaly nespolehlivé dodávky tepla pro varnu a sladovnu. Shrnul jsem tedy poznatky o pivu, jeho historii a výrobě a o způsobech výroby páry. Dále jsem analyzoval výchozí podmínky pivovaru a popsal zařízení podílející se na výrobě. Popsal jsem i současný stav kotelny, včetně jejího nejdůležitějšího prvku - kotle. Po krátkém popisu současné nabídky na trhu parních kotlů, jsem na základě získaných nabídek od tří výrobců vyhodnotil výběrové řízení. Zhodnotil návrh nového uspořádání kotelny z hlediska nákladů investičních a provozních. Provozní náklady jsem porovnal se současným stavem, vypočítal podíl cash-flow, připadající na provoz kotelny a na jeho základě odhadl dobu návratnosti investice. Provedl jsem analýzu silných a slabých stránek podniku a vyvodil z nich závěry a doporučení. Na konec jsem uvedl alternativy návrhu. V závěru jsem shrnul výsledky práce.

**Klíčová slova:** pivo, pivovar, kotel, pára

## **INNOVATION PROPOSAL OF PRODUCTION LINE IN HEROLD BŘEZNICE BREWERY**

**Summary:** This thesis is focused for finding out the most problematic part of Herold Březnice brewery's production line and its proposal of innovation. After examination of operation and facilities, and consultation with a brewer, unreliable supply of heat for digester house and malt house was found as a biggest problem. I resumed pieces of knowledge about beer, its history and production and about the ways of steam production. Then I analyzed initial conditions of the brewery and I described facilities used in production. I described the present state of boiler-room, including the most important element - the boiler. After a short description of the present market supply of steam boilers, I made a tender, based on received offers from three producers. I rated my proposal of new boiling room in light of investing and operating costs. I compared operating costs with present arrangement. I calculated the part of Cash Flow, which goes to an operating of boiling room and on this base I estimated the investment return time. I executed an analysis of strengths and weaknesses of this company, with deducing of conclusions and recommendations. At last, I meant about alternatives of the proposal. In conclusion I summarized results of this thesis.

**Key words:** beer, brewery, boiler, steam

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. PŘEHLED POZNATKŮ Z DANÉHO OBORU</b> .....	<b>2</b>
2.1 HISTORIE A VÝVOJ PIVOVARNICTVÍ .....	2
2.1.1 Výroba piva ve světě.....	2
2.1.2 Výroba piva u nás .....	2
2.2 FINÁLNÍ PRODUKT VÝROBY .....	4
2.2.1 Druhy pív.....	5
2.3 TECHNOLOGIE VÝROBY PIVA .....	5
2.3.1 Příjem sladu.....	5
2.3.2 Sypání na várku .....	6
2.3.3 Varní zařízení .....	7
2.3.4 Vystírání a rmutování.....	8
2.3.5 Scezování mladiny.....	9
2.3.6 Chmelovar .....	9
2.3.7 Mladinová linka .....	9
2.3.8 Kvašení a dokvašování piva.....	10
2.3.9 Podpůrné provozy .....	11
2.4 KOTLE, PRINCIP JEJICH FUNKCE A HLAVNÍ ČÁSTI KOTLŮ .....	12
2.4.1 Vývoj kotlů.....	13
2.4.2 Dělení kotlů .....	15
<b>3. VÝCHOZÍ PODMÍNKY PODNIKU</b> .....	<b>19</b>
3.1 CHARAKTERISTIKA VÝROBY A USPOŘÁDÁNÍ STÁVAJÍCÍ VÝROBNÍ LINKY .....	19
3.1.1 Představení pivovaru <i>Herold Březnice</i> .....	19
3.1.2 Jednotlivé provozy výrobní linky pivovaru .....	22
3.2 CÍL PROJEKTU .....	25
<b>4. NÁVRH ŘEŠENÍ A VÝSLEDKY PROJEKTU</b> .....	<b>26</b>
4.1 NÁVRH REKONSTRUKCE .....	26
4.1.1 Navrhovaná změna v uspořádání linky.....	26
4.1.2 Výhody návrhu.....	27
4.2 NÁVRH NOVÉHO USPOŘÁDÁNÍ .....	28
4.3 VÝBĚROVÉ ŘÍZENÍ .....	29
4.4 SPECIFIKACE DODÁVEK A CELKOVÝCH ÚPRAV .....	39
4.5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ POSOUZENÍ NÁVRHU .....	40
4.5.1 Odhad nákladů na strojní a stavební investice .....	40
4.5.2 Celkové hodnocení investic.....	41
4.5.3 Způsob financování.....	42
4.5.4 Rozpočet <i>Cash – Flow</i> .....	43
4.5.5 Doba návratnosti investice .....	44
4.5.6 <i>SWOT</i> analýza .....	44
<b>5. DISKUSE A ZÁVĚR</b> .....	<b>46</b>
5.1 DISKUSE .....	46
5.2 ZÁVĚR .....	46
<b>POUŽITÉ ZDROJE</b> .....	<b>48</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>49</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>49</b>



# 1. Úvod

Vysoká úroveň současného a příštího poznání biochemických pochodů, technické vybavení a možnosti řízení technologických procesů ve službě ekonomické efektivity povedou, v souladu s požadavky a změnami životního stylu spotřebitelů, k orientaci výroby piva dvěma směry. Jedním směrem bude „pivo pro žízeň“, vyráběné většinou velkými výrobci, bude to pivo, které bude vždy a všude dosažitelné a které za cenu jisté uniformity bude i cenově dostupné širokému okruhu zájemců. Druhý směr, který budou představovat piva vyráběná v menším objemu, můžeme označit jako „piva pro chuť“. Tato piva, i když budou náležet do vyšší cenové úrovně, se budou pít pro potěšení z chuti, jako doplněk k dobrému jídlu a prostředek dobré pohody. [1]

V roce 2007 bylo v České republice 47 komerčních pivovarů. Pivovar Herold Břežnice patří svým výstavem mezi ty nejmenší. Prosadit se může, při zachování výroby tradičních výčepních piv a ležáků, i výrobou speciálních druhů piv, distribuovaných do klíčových lokalit. Podmínkou je současná propagace vyráběných piv. Další možností, jak obstát na trhu, je snížení provozních nákladů.

Cílem mé práce je nalezení nejproblematictějšího úseku provozu a návrh jeho inovace. Z návštěvy pivovaru a konzultace se sládkem vyplynulo, že kritickým provozem je výroba páry pro technologické účely varny a sladovny, tj. kotelna. V práci se zabývám poznatky z oborů pivovarnictví a výroby páry, představením pivovaru Herold s popisem současného technologického provozu, návrhem rekonstrukce, výběrovým řízením a technicko-ekonomickým posouzením vybraného řešení.

## **2. Přehled poznatků z daného oboru**

### **2.1 Historie a vývoj pivovarnictví**

#### **2.1.1 Výroba piva ve světě**

Je známo, že již 250 000 let před příchodem Homo sapiens, kvasili jejich předchůdci cukry z rostlin a ovocných šťáv. Tímto způsobem si vyráběli jakýsi druh alkoholického nápoje. Výroba skutečného sladu pro výrobu piva však byla zaznamenána okolo roku 4 000 př.n.l. na území Mezopotámie a Egypta. Větší tanky pro máčení zrna a další zařízení začali pak v Evropě vyrábět Keltové a Germáni kolem roku 500 n.l. Další významnější rozvoj pivovarnických zařízení přišel v 19. století. Od dob průmyslové revoluce začaly být k dispozici nové, pevnější konstrukční materiály pro výrobu tanků, pánví, kádí atd. a větší síla strojů. Pivovarnictví, stejně jako ostatní průmysl se začalo rozvíjet ohromným tempem. Ve 20. století bylo pivovarnictví ovlivněno především nástupem automatizace (urychlení, usnadnění výroby, snazší kontrola...) a tržním prostředím (konkurence, zefektivňování výroby, snižování výrobních nákladů, rozšiřování sortimentu...). [2]

#### **2.1.2 Výroba piva u nás**

Pivovarnictví má na našem území dlouholetou tradici . Z technologického hlediska probíhal vývoj od přípravy v domácnostech, přes řemeslnou výrobu, průmyslovou výrobu ve strojních pivovarech až po současnou moderní velkovýrobu. Přitom základní princip výroby sladu a piva zůstal stále stejný, pouze se měnilo strojně technologické vybavení a druhy sladů a piv. První písemnou zmínkou o vaření piva v Čechách je záznam v zakládací listině Vyšehradské kapituly z roku 1088. V těchto dobách byla výroba piva omezena pouze možnostmi a schopnostmi výrobce. Později vznikla různá várečná privilegia. Významným privilegiem bylo právo mílové, které zakazovalo v okruhu jedné míle od městských bran sladovat a vařit pivo. Tato výsada byla udělována pouze královským městům. Brzy postřehlo panstvo (šlechta), jak velký užitek je z pivovarnictví a začalo stavět své sladovny a pivovary i v místech zasahujících do výsad měst a do práva mílového. Tím vznikaly mezi městy a šlechtou spory, ze kterých vyšla vítězně šlechta. Dosáhla ustanovení, podle kterého právo výroby a odbytu piva a lihovin zůstalo vyhrazeno třem stavům: panskému, měšťanskému a duchovnímu. Ustanovení bylo zakotveno

ve Svatováclavské smlouvě z roku 1517 a nazývá se právem propinačním. Vařila se piva bílá, kde ječmen byl nahrazen jinou surovinou (většinou pšenicí) a piva ječná, zvaná červená. Obě s vrchním kvašením. Počet panských pivovarů vzrůstal. Důsledkem bylo ekonomické oslabení měst. Na počátku 17. století byl počet pivovarů na hranici 3000, ale počet značně snížily konfiskace majetku po roce 1621 a následné sdružování malých statků a dvorů (většinou každý měl svůj vlastní pivovar) ve větší celky a panství. I třicetiletá válka významně zasáhla do českého pivovarnictví. Dalším faktorem byl vývoj městského pivovarnictví. Zakládaly se společné pivovary a rušily malé pivovary v jednotlivých právovárečných domech. Dekret z roku 1786 jim to přímo ukládal. V roce 1781 přišlo zrušení roboty a zrušení práva mílového v roce 1788. Skutečné vědecké poznatky zavedl do českého pivovarnictví na sklonku 18. století sládek František Ondřej Poupě, který upřesnil pro výrobu piva základní technologické postupy a jako první použil v práci sládka teploměr nebo Josef Daněk, který popsal spodní kvašení v českém jazyce. Toto kvašení se začalo používat v polovině 18. století, a s průmyslovou revolucí přispělo k většímu vybavování pivovarů technologiemi chlazené spilky, lednicemi na led a stáčení piva do lahví. Od 70. let 19. století se v pivovarech začaly objevovat laboratoře v našem pojetí a postupně se stávaly jejich nezbytnou součástí. Tyto změny si vyžádaly i zvyšování odbornosti pracovníků, proto vznikla střední škola pivovarská v Praze roku 1869 a byl založen výzkumný ústav v roce 1887. I stát se zapojil do rozvoje pivovarnictví zrušením poddanství a propinačního práva. Tím nastartoval konkurenční prostředí. Začaly vznikat akciové pivovary a zvyšovala se kvalita piva i výstav. Na přelomu století fungovalo více jak jedenáct set pivovarů. Ty se udržely až do roku 1948, kdy komunistická moc pivovary znárodnila a včlenila je do krajských podniků s vícero pivovary. Moderně zařízené pivovary byly dále vybavovány a zvyšoval se jejich výstav na úkor malých, které byly zavírány. Po roce 1955 zbývalo 300 pivovarů a na začátku 90. let méně, než 80. Po sametové revoluci, v důsledku špatné ekonomické situace, se zavíraly další pivovary, jak je vidět v tab. 1. Zároveň ale začaly vznikat minipivovary, které dnes svým počtem převyšují velké a střední pivovary. Vývoj pivovarnictví v České republice se dá odvodit od vývoje v ostatních evropských státech, kde je poměr dvacet velkých pivovarů na tisíc malých. [3]

Tab. 1 Pivovarství českých zemí vývojová řada 1990 – 2006

Rok	Výstav piva celkem [hl]	počet pivovarů celkem	průměrný pivovar [hl/rok]
1990	19 199 321	71	270 413
1991	18 296 660	71	257 699
1992	19 463 749	70	278 054
1993	17 803 695	72	247 274
1994	18 041 315	71	254 103
1995	17 838 090	70	254 830
1996	18 241 959	65	265 264
1997	18 649 122	62	300 792
1998	18 291 535	61	299 861
1999	17 862 842	56	318 979
2000	17 924 584	55	325 902
2001	17 880 865	54	331 127
2002	18 177 821	55	330 506
2003	18 548 314	53	349 968
2004	18 753 268	53	353 835
2005	19 069 451	53	359 801
2006	19 787 405	53	373 347

Zdroj: HARDWICK, W. A., *Handbook of brewing*, New York: Dekker, 1995, 714 s.,  
ISBN 0-8247-8908-3

## 2.2 Finální produkt výroby

Pivo je disperzní soustavou různých sloučenin, kterých bylo do současné doby identifikováno přes 800. Chemické složení piva se mění v širokých mezích podle typu piva, ale odchylky se mohou vyskytnout i v rámci jednoho typu vlivem kolísání mezi jednotlivými várkami. Některé složky pocházejí již ze surovin a procházejí pocházejí celým pivovarským procesem beze změny. Většina z nich je ale výsledkem chemických a biochemických změn při sladování, rmutování, chmelovaru a hlavně kvašení. Některé látky mohou vznikat až během skladování piva ve spotřebitelských obalech. Látky v pivu se dělí na těkavé a netěkavé.

### 2.2.1 Druhy pív

Piva lze dělit podle způsobu kvašení, a to na piva spodně kvašená a piva svrchně kvašená. Při výrobním postupu svrchně kvašených pív kvasnice ke konci kvašení stoupají vzhůru, zatímco u spodně kvašených klesají ke dnu. Spodně kvašená piva se vyrábí po celém světě (u nás je takto vyráběna drtivá většina pív), svrchně kvašená piva se vyrábí hlavně ve Velké Británii, Francii, Belgii a Německu. Dále lze dělit piva podle barvy na světlá, tmavá a polotmavá.

V České republice se dělí piva podle potravinového zákona na:

- Lehká - do 7,99 % extraktu původní mladiny.
- Výčepní - 8,00 – 10,99 % extraktu původní mladiny.
- Ležáky - 11,00 – 12,99 % extraktu původní mladiny.
- Speciální - nad 13 % extraktu původní mladiny.

Dále se u nás vyrábějí piva určená užšímu okruhu spotřebitelů jako je pivo se sníženým obsahem cukrů, pšeničné pivo, kvasnicové pivo, bylinné/ovocné pivo, pivo se sníženým obsahem alkoholu, a v poslední době velmi se rozšiřující nealkoholické pivo. [4]

## 2.3 Technologie výroby piva

### 2.3.1 Příjem sladu

Pod pojem příjmová linka sladu můžeme zahrnout příjem, skladování a dopravu sladu do šrotovny, při které je slad zbaven prachu a ostatních nečistot, odvážen a případně upraven kondicionováním. Zatímco zařízení pro mechanické operace, jako je doprava a vážení sladu, se obvykle liší pouze výkonem, způsob kondicionování a šrotování je již přizpůsoben konstrukci varny a varní technologii. [4]

### Skladování, doprava, čištění a vážení sladu

Účelem skladování sladu je zajištění dostatečné zásoby surovin pro plynulou výrobu piva, dále jeho ochrana před škůdci, v případě čerstvého sladu je též nutné jeho

minimální měsíční až šestinedělní odležení před svařením aby proběhly nezbytné fyzikálně-chemické procesy v endospermu zrna, které usnadňují výrobu sladiny. [5]

Slad se skladuje v ocelových nebo železobetonových silech odděleně podle kvality. Počet a velikost buněk jsou dány objemem výroby, skladbou sypání a požadovanou dobou skladování. Pokud se nakupuje neodleželý slad a linka není vybavena kondicionováním, je třeba zajistit skladovací kapacitu alespoň na 4 týdny. Doprava sladu je buď mechanická nebo pneumatická. Při mechanické dopravě je běžná kombinace kapsových elevátorů a šnekových nebo řetězových dopravníků. Pneumatická doprava je vzhledem ke křehkosti sladu méně vhodná. [4]

Nakoupený slad je nutno před jeho použitím na varně zbavit nežádoucích příměsí, nečistot, kaménků nebo dalších, zejména kovových předmětů, které by mohly poškodit mlecí zařízení - šrotovníky. [5]

### **Šrotování sladu**

Účelem mletí (šrotování) sladu, v odborné pivovarnické řeči nazývaného „mačkání“ sladu, je rozrušení sladového zrna tak, aby extraktivní látky, obsažené ve sladu, byly lépe přístupné vodě. [5]

Provozní soubor šrotovny zajišťuje přípravu surovin drcením pro další zpracování na varně. Zrno nejprve prochází čističkami, dále je váženo a poté šrotováno v mačkadlech sladu. Pokud se pro výrobu piva užívají také surogáty, jsou zpracovávány shodným způsobem na paralelní lince. Výsledný šrot je dopraven do zásobníků, ze kterých se dále vystírá na varnu. Upřednostňuje se zpracování sladu se suchým šrotováním s možností kondicionování sladu. Vyrábí se čtyřválcová a šestiválcová mačkadla o výkonech 2,5 až 4 t/hod a 4 až 5,5 t/hod. [6]

Šrotovníky pro suché šrotování jsou nejpoužívanějším zařízením pro šrotování sladu. Podle počtu válců rozlišujeme dvouválcové až šestiválcové šrotovníky. Moderní šestiválcové šrotovníky jsou často doplněny o kondicionovací šnek, ve kterém je slad před šrotováním zvlhčen vodou nebo párou. Výkon šrotovníku musí umožnit sešrotování potřebného množství sladu na várku za 1,5 až 2 hodiny a počítá se v kg sladu na 1 cm délky válce za hodinu. [4]

### **2.3.2 Sypání na várku**

Pojem sypání označuje rozpis surovin, které vnášejí do várky extrakt a určují tak její objem a koncentraci. Sypání samosladových várek zahrnuje pouze různé druhy sladu,

sypání surogovaných várek pak kromě sladu různé škrobnaté a cukernaté suroviny, jako např. ječmen, rýži a cukr. Z hmotnosti na laboratorně zjištěné extraktivnosti jednotlivých surovin se vypočítá extrakt vložený do várky, který se porovnává s extraktem získaným ve vyrobené mladině. Odvozeně od tohoto pojmu se často používá pro rozpis chmele a chmelových preparátů na várku termínu chmelové sypání. Kromě sladu a chmele se při výrobě mladiny užívají různé pomocné prostředky, zejména pro úpravu pH, barvy a pro podporu enzymové aktivity sladu. [4]

### **2.3.3 Varní zařízení**

Účelem práce na varně je výroba sladiny, tj. cukernatého roztoku, který se získá rmutováním, při kterém se pomocí biochemických pochodů převádí škrob ze sladového zrna na cukr. Jedná se o biochemickou reakci, probíhající důsledkem bílkovinných katalyzátorů, tj. enzymů přítomných ve sladu a aktivovaných důsledkem klíčení ječmene v první fázi výroby sladu. Na varně dále probíhá povaření sladiny se chmelem, takzvaný chmelovar, při kterém ze sladiny vzniká mladina. Při chmelovaru se převádějí hořké látky z chmele do roztoku. [5]

Varny se dnes staví jako jednopodlažní, čímž se dosahuje snížení stavebních a montážních nákladů a lepší přístupnosti pro obsluhu i údržbu. Nedílnou součástí varny se stala vířivá kád', chladič mladiny, sběrače kalů a patoků, CIP stanice, dobře dimenzované vodní hospodářství a u větších varen i zařízení pro využití tepla brýdových par. Tanky vodního hospodářství se obvykle umísťují mimo varnu, ostatní zařízení může být instalováno v prostoru pod obslužným patrem varny. Jako konstrukční materiál varních nádob se používá téměř výhradně nerezocel, která umožňuje intenzivní čištění nutné z tepelně-technického i sanitačního hlediska. Výjimkou jsou teplosměnné plochy varních nádob, které někteří výrobci zhotovují z plátovaného materiálu ocel/nerezocel, čímž dosahují zvýšení koeficientu prostupu tepla cca o 10 %. Všechny varní nádoby včetně scezovací kádě jsou opatřeny spodními nátoky, čerpadla a míchadla jsou často vybavena frekvenčními měniči, které umožňují nastavit optimální počet otáček. Spolu s dalšími konstrukčními opatřeními se tak oproti klasickým varnám výrazně omezilo provzdušnění v průběhu celého varního procesu. [4]

Ve varně pivovaru jsou umístěna následující technologická zařízení:

- a) Vystírací kád'.
- b) Rmutovací pánev.
- c) Scezovací kád'.
- d) Mladinová pánev.
- e) Vířivá kád'. [7]

### **2.3.4 Vystírání a rmutování**

#### **Rmutování**

Cílem rmutování je převedení žádoucích složek extraktu varních surovin do roztoku.

Menší část extraktu – cca 15 až 17 % – je přímo rozpustná a při rmutování se vylouží do vody pouhým účinkem míchání a zvýšené teploty, větší část vysokomolekulárních látek obilního endospermu je možno převést do roztoku až po jejich rozštěpení katalyzovaném sladovými enzymy. Teplota vystírky a rychlost ohřevu na cukrotvorné teploty musí poskytnout dostatek času pro nabobtnání a zmazovatění škrobových zrn [4]

#### **Vystírání**

Při suchém šrotování se vystírání zahajuje napuštěním části vystírací vody do vystírací kádě. Vystírací kád' je nádoba, opatřená míchadlem pro rozmíchání technologickým postupem stanoveného množství rozemletého sladového šrotu, čili, jak uvádí pivovarnická terminologie, „sladové tluče“ s vodou o požadované teplotě. Tato směs, „suspenze“, se nazývá „dílo“. [5]

Tato předloha, která minimálně pokrývá míchadlo, zabraňuje usazení nesmočeného šrotu na dně nádoby. Následně se do pánve při zapnutém míchadle začne spouštět sladový šrot ze zásobníku. Šrot prochází vystěradlem a smáčí se dalším podílem vystírací vody. Zbylý objem vystírací vody slouží k proplachu vystěradla a oplachu vnitřních stěn vystírací pánve. Při pokračujícím míchání se v této fázi vyrovná teplota v celém objemu vystírky a následně může být odebrán rmut. Při mokřém šrotování je vystírka součástí šrotování a dopravuje se vhodným čerpadlem, tj. s minimálním provzdušněním a mechanickým poškozením částic šrotu, ze spodní části šrotovníku do vystírací nádoby. [4]



### **2.3.5 Scezování mladiny**

Účelem práce scezovací kádě nebo sladinového filtru je oddělit pevnou fázi, tj. vyloužený sladový šrot, zvaný mláto, od vyrobeného cukernatého roztoku, takzvané sladiny, a promýt vrstvu mláta ještě horkou vodou s cílem získat zbytkový extrakt, který mláto ještě obsahuje. Správná technika scezování je důležitá zejména při použití scezovací kádě. Pokud je odtok sladiny scezovacím kohoutem větší, než odpovídá průtočnosti mláta, je mláto přisáváno ke scezovacímu dnu, klesá jeho porozita a sací síla se dále zvyšuje. [5]

### **2.3.6 Chmelovar**

Sladina získaná scezováním se v mladinové pánvi vaří s chmelem po dobu 90 – 120 minut, u moderních systémů 65 – 80 minut. Výsledným produktem je horká mladina. Při chmelovaru dochází k fyzikálně chemickým změnám, které stabilizují koncentraci a složení mladiny. Vzhledem k velké spotřebě tepelné energie poskytuje tento úsek pivovarské výroby řadu možností energetických úspor. [4]

Dříve obvyklé dávkování chmele v gramech na hektolitr piva k výstavu bylo dostačující při využívání hlávkového chmele jediné provenience. Dnes, při aplikaci různých chmelových preparátů, je nutno vycházet z obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin jednotlivých produktů. [5]

### **2.3.7 Mladinová linka**

Při chmelovaru vznikají ve vyrobené mladině hrubé kaly, které narušují následnou správnou funkci kvasnic; proto je nutné ve vhodném strojním zařízení tyto kaly z mladiny odstranit. Kalů zbavená mladina se dále chladí na teplotu, která je optimální pro činnost kvasnic a pro zajištění správného průběhu celého kvasného procesu. Před dávkováním kvasnic se ještě zchlazená mladina provzdušňuje, aby obsahovala pro kvasnice důležitý kyslík. [5]

Pojem mladinová linka zahrnuje technologický úsek od mladinového čerpadla, vířivé kádě, deskového chladiče mladiny, zařízení pro zpracování hrubých a jemných kalů až před zakvašovací blok. V moderním pojetí je toto zařízení umístěno ve varně a je též počítačem varny řízeno. Zbytkový obsah hrubého kalu by měl být v mladině za vířivou kádí nižší než 100 mg.l-1. [4]

### **2.3.8 Kvašení a dokvašování piva**

#### **Hlavní kvašení**

Účelem hlavního kvašení mladiny je kontrolovaně zkvasit vyrobený cukernatý roztok, tedy vyrobit z nealkoholické mladiny mladé pivo, které již obsahuje důsledkem činnosti kvasnic alkohol a mimo něj též oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>). Navíc se vyvíjí činností kvasnic během kvašení mladiny další metabolity a teplo, které je nutno odvést tak, aby proces kvašení mladého piva probíhalo při požadované teplotě. [5]

Prostor, ve kterém probíhá kvašení piva, se nazývá spilka. Hlavními zařízeními spilky jsou kvasné kádě. Kvasné pivovarské kádě jsou hranaté otevřené nádoby se zaoblenými hranami a dnem spádovaným k levému nebo pravému rohu čelní strany, kde je výpusť. V horní části pláště je z vnější strany přivařen duplikátní chladicí plášť s přívodem a odvodem chladícího media. [8]

#### **Zakvašování a provzdušňování**

Cílem zakvašování je distribuce kvasinek do celého objemu zchlazené mladiny a zvýšení obsahu rozpuštěného kyslíku tak, aby byl optimálně nastartován metabolismus kvasinek. Mladina je zchlazena na zákvasnou teplotu 6 až 9 °C na průtokových chladičích. Poté je samospádem nebo pomocí čerpadel transportována do kvasných kádí. Během transportu je prováděno provzdušňování přívodem sterilního vzduchu. Obvyklá hodnota rozpuštěného kyslíku se pohybuje v rozmezí 6 až 8 mg.l-1. [4]

#### **Dokvašování**

Cílem dokvašování piva je dosažení optimálních organoleptických vlastností, nasycení oxidem uhličitým a vyčiření. Prostor, ve kterém probíhá dokvašení piva, se nazývá ležácký sklep. [4]

Hlavním kvašením mladiny vyrobené mladé pivo má dosud nevyrovnanou chuť, není vyčeřené a dostatečně nasycené oxidem uhličitým a ještě obsahuje nezkašené cukry. Proto musí při nízké teplotě dokvasit. Dříve pivo dokvášelo v ležáckých sudech nebo tancích, umístěných v chlazeném prostoru zvaném ležácký sklep, v dnešní době v ležáckých tancích (na obr. 9) a v nerezových cylindricko-kónických tancích, umístěných většinou na volném prostranství. Teplota procesu je 0 – 1 °C. [6]

### **2.3.9 Podpůrné provozy**

#### **Elektrická energie**

Hodnocení spotřeby elektrické energie jako celku nemá dostatečnou vypovídací hodnotu. To je dáno odlišným způsobem využívání elektrického proudu, a proto je tato oblast ještě dále rozdělena na tři podskupiny, které se vyhodnocují samostatně:

- Oblast chladového hospodářství.
- Oblast tlakového vzduchu.
- Ostatní elektrické spotřebiče, kam patří především čerpadla a dopravníky pro dopravu surovin, meziproductů a hotových výrobků, míchadla, stáčecí stroje atd. [4]

#### **Chlad**

Chladové hospodářství se z hlediska spotřeby energie promítá do spotřeby elektrické energie. Při chlazení je vhodné v maximální míře využívat přírodní zdroje chladu – okolní vzduch, studenou vodu apod. Vlastní chladové hospodářství by mělo sloužit pouze k dochlazení. To je i základním prvkem úsporných opatření. Proto také spotřeba chladu je ještě více než spotřeba tepla závislá na teplotních podmínkách okolí. Chlad je možno vyrábět aplikacemi dvou základních principů. Prvním, v praxi méně používaným, je chladicí zařízení na stlačený vzduch. Druhým, rozšířenějším způsobem, je chlazení pracující s vypařováním kapalin. [4]

#### **Voda**

Vodní hospodářství se dělí na dvě základní oblasti: první z nich je úprava a zajištění vody pro výrobu. Druhou, a dnes neméně důležitou, je část zabývající se odpadními vodami. Pivovar je velkým spotřebitelem vody. S přihlédnutím k tomu, že voda je jednou ze základních surovin a její doprava by byla velmi nákladná až nereálná, byly v minulosti stavěny pivovary na místě s dostatečnou zásobou kvalitní vody. Z hlediska využití vody si můžeme rozdělit vodu do několika základních skupin:

- Varní voda – používá se přímo pro výrobu piva. Musí proto splňovat všechny parametry nejen pro pitnou vodu, ale i některé další, které jsou důležité z hlediska kvality vyrobeného piva.
- Technologická voda – z hlediska objemu větší skupina, která se používá pro mytí nádob a není přímo součástí vyrobeného piva. [4]

## Teplo

Teplo je v pivovarech přenášeno, až na výjimky, výhradně prostřednictvím páry. Výjimku tvoří v některých pivovarech přímý otop pánví ve varně. V některých zahraničních pivovarech byl ještě testován přenos tepla přehřátou vodou, ale tento způsob širší uplatnění nenalezl. Pára je buď vyráběna v kotelně nebo v některých případech nakupována (například z městských rozvodů nebo od jiných závodů). Většina pivovarů má vlastní kotelnu, kde je v moderních plynových kotlích vyráběna pára. V některých starších pivovarech a v pivovarech, kde není zdroj zemního plynu, slouží jako palivo lehký topný olej (LTO), koks, v moderních provozech například i bioplyn a další. Zdrojem páry jsou parní kotle. V závislosti na typu kotle je výstupní tlak páry od 0,8 do 1,2 MPa (8 – 12 barů), a tomu odpovídá teplota od 170 do 185°C. Tato pára je pak redukována v kotelně na 0,6 MPa (160 °C) a rozváděna potrubním systémem do všech provozů pivovaru. Před každým zařízením je zařazen redukční ventil, který upravuje tlak a teplotu páry podle technických požadavků zařízení. [4]

### 2.4 Kotle, princip jejich funkce a hlavní části kotlů

Kotel obecně lze definovat jako konstrukčně ucelený komplex zařízení pro transformaci:

- a) Primární energie.
- b) Energie tzv. druhotných energetických zdrojů (dále jen DEZ) palivových nebo tepelných.

na energii pracovního média a to vody nebo páry.

Podle druhu pracovního média rozdělujeme kotle na kotle parní a kotle horkovodní. Parní kotel lze obecně definovat jako soubor zařízení sestávající z tlakového systému, komplexního ohniště, vzduchového a spalínového systému, která jsou konstrukčně uspořádána v jediný celek sloužící k výrobě páry o tlaku vyšším než tlak atmosférický. Horkovodní kotel lze podobně definovat jako soubor zařízení sloužící pro ohřev vody na teplotu vyšší, než 115°C při tlaku vyšším, než 0,17 MPa.

Jak z uvedených definic vyplývá, výroba horké vody nebo páry probíhá vždy při tlaku vyšším, než je tlak atmosférický. Velikost tlaku je určena podle účelu, ke kterému se voda nebo pára využívá.

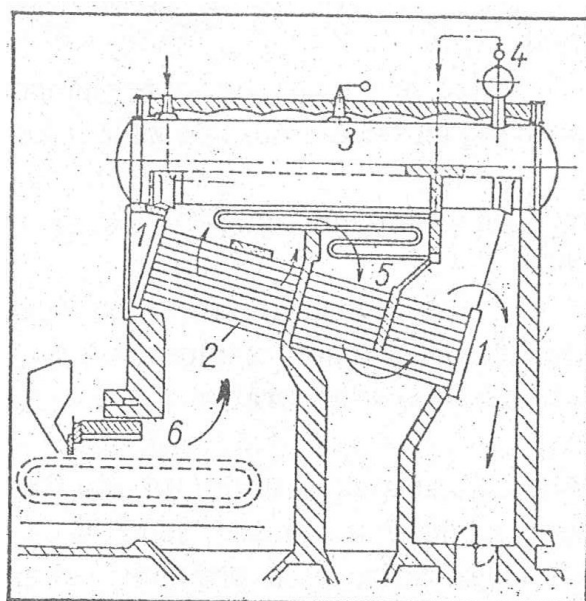
Pracovní médium v kotli je proto uzavřeno v tlakové nádobě, jejíž provedení doznalo během vývoje kotlů výrazných změn. Ve své nejjednodušší formě měla tlaková nádoba tvar ležatého válce naplněného vodou. [9]

#### 2.4.1 Vývoj kotlů

Na rostoucí spotřebu elektrické energie ve společnosti museli reagovat výrobci energetických zařízení zvyšováním výkonu kotlů při zvyšujících se parametrech páry (tlak a teplota). Válcové kotle, jejichž výkon i parametry jsou omezeny (pro větší výkon by musel být průměr válce větší, ale při větším tlaku se naopak musí průměr válce zmenšit, aby se udržela proveditelná tloušťka stěny válce), byly nahrazeny tzv. kotli vodotrubnými. U těchto kotlů proudí pracovní médium uvnitř trubek menšího průměru, do cca  $\varnothing$  76 mm, z nichž jsou provedeny teplosměnné plochy kotle, tj. obvodové stěny kotle i plochy omývané spalinami. Trubky menšího průměru jsou výhodné z hlediska namáhání vnitřním přetlakem (malá tloušťka stěny i při vysokém tlaku média) a rovněž umožňují zvyšovat výkon kotle prostým zvětšením počtu paralelně řazených trubek a jejich délky v teplosměnných plochách kotle. Vodotrubné kotle se staví dodnes. [9]

Na obr. 1 je uveden první vývojový typ vodotrubného kotle, tzv. článkový (sekcionální) kotel. Výparník kotle je sestaven z řady článků (sekcí) vedle sebe, přičemž každý článek je proveden šikmých trubek 2 zaústěných do komor 1, které jsou připojeny k bubnu 3, jehož spodní část zůstává ještě otápená spalinami a tvoří stále teplosměnnou plochu kotle. Sytá pára z parojemu 4 se vede do přehříváku 5. Uhlí se spaluje v ohništi 6 s pásovým roštem. [9]

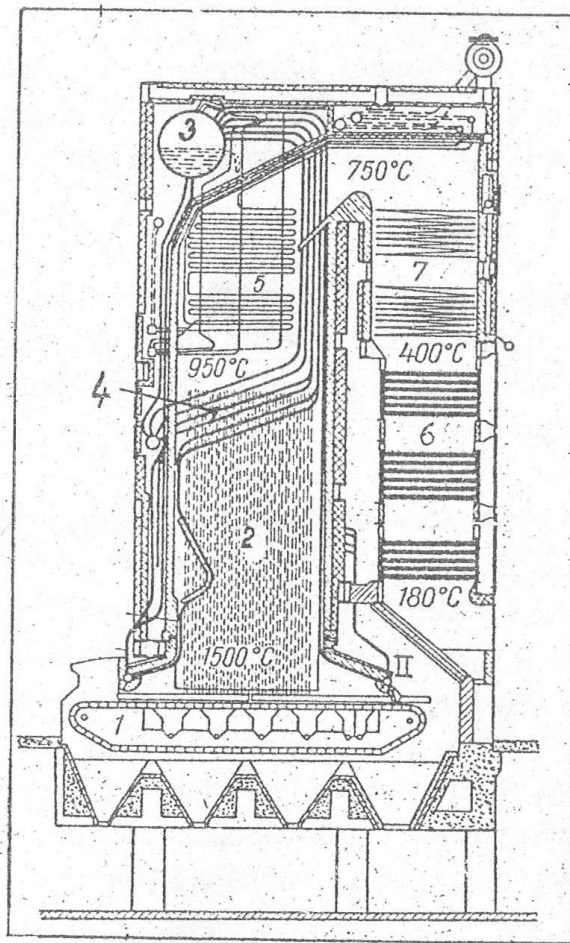
Obr. 1 Vodotrubný článkový (sekcionární) kotel



Zdroj: VILÍMEC, L., *Stavba kotlů I*, 1. přepracované a upravené vydání, Ostrava: VŠB  
Technická univerzita, 2002, 118 s., ISBN 80-248-0076-4

Těžký a drahý článkový kotel byl vytlačen tzv. strmotrubným kotlem. Strmotrubný kotel znamenal převrat ve stavbě parních kotlů a zahájení éry stavby moderních kotlů velkých výkonů s přirozenou cirkulací pracovního média ve výparníku. Buben kotle je mimo spaliny a není otápěný, což umožňuje dále zvyšovat tlak páry. Rovněž je třeba si uvědomit, že vznik strmotrubného parního kotle byl podmíněn osvojením technologie svařování bezešvých trubek potřebných délek. U kotle na obr. 2 se uhlí spaluje na pásovém roštu 1, stěny ohniště 2 jsou provedeny ze svislých trubek zaústěných do bubnu 3, který je poprvé v historii umístěn mimo spaliny vně kotle. Další část výparníku tvoří trubkový svazek 4. Sytá pára z bubnu 3 se přehřívá ve dvoudílném přehříváku 5. Napájecí voda se ohřívá v ohříváku vody 6 a 7.[9]

Obr. 2 Strmotrubý parní kotel



Zdroj: VILÍMEC, L., *Stavba kotlů I*, 1. přepracované a upravené vydání, Ostrava: VŠB Technická univerzita, 2002, 118 s., ISBN 80-248-0076-4

Parní kotle, u nichž se energie pro ohřev pracovního média získává „pouze“ z odpadní energie nebo palivových DEZ, můžeme z hlediska funkce rozdělit na dvě hlavní části, a to na:

- a) Spalovací zařízení (kompletní ohniště).
- b) Parní generátor.

Parní kotle, u nichž se energie pro ohřev pracovního média získává „pouze“ z odpadní energie tepelných DEZ (např. z odpadních spalin) nemají ohniště a jsou z hlediska funkce provedeny čistě jako parní generátor. [9]

#### 2.4.2 Dělení kotlů

Pokud je pracovním médiem v kotli voda, pak kotel může dodávat buď horkou vodu nebo páru. Horkovodní kotle jsou, dá se říci, v podstatě modifikované některé typy

parních kotlů tak, že se u nich vynechal výparník a přehřívák páry. Kotel je tedy proveden pouze jako ohřívák vody vyrábějící horkou vodu o tlaku vyšším, než 0,1 MPa a teplotě vyšší, než 115°C.

Parní kotel se podle tlaku páry staví s podkritickými parametry (tlak nižší než 225,6 bar, teplota většinou do 540°C) nebo nadkritickými parametry (tlak vyšší než 225,6 bar a teplota dnes cca do 580°C). [9]

### **Kotel horkovodní**

- a) Skříňový Používá se pro menší výkony a tlaky. Ohniště je uspořádáno přímo v tělese kotle, spaliny proudí přes žárové trubky (uspořádané např. ve 3 tazích) do komína.
- b) Plamencový Je podobné konstrukce jako parní plamencový kotel. Běžně se pro větší výkony provádí v kombinaci se žárovými trubkami.
- c) Bubnový V provedení jako dvoububnový vodotrubný kotel je podobné konstrukce, jako parní dvoububnový kotel. Kotel je konstruován jako samonosný a na staveništi se přepravuje ve smontovaném stavu z výrobního závodu.
- d) Průtočný Na spalování oleje nebo plynu ve věžovém nebo dvoutahovém provedení. Staví se pro největší výkony.
- e) Věžový kotel Má nad ohništěm konvekční svazky vytvořené z trubkových hadů zapojených do trubek, které vytváří stěny kotle. Proudění v hadech je usměrněno překážkami ve stěnové trubce.
- f) Dvoutahový kotel Má první tah jako ohniště a ve druhém tahu je umístěn konvekční svazek. Tento je vytvořen z trubkových hadů tvořících panely (desky) a je uspořádán tak, že umožňuje oplach vodou. [9]

### **Kotel parní**

Parní kotle podle velikosti vodního obsahu můžeme rozdělit na kotle velkoprostorové a kotle vodotrubné. Velkoprostorové kotle se vyznačují velkým vodním obsahem a z toho vyplývajícím velkým akumulacním číslem  $T_a$ , které je definováno jako poměr hmotnosti  $m_v$  [kg] kotelní vody a množství vyrobené páry  $M_p$  [kg · h<sup>-1</sup>]. [9]

$$T_a = m_v / M_p \quad [h] \quad [9]$$



Pro potřeby pivovaru Herold jsou vhodné tyto typy parních kotlů:

### **Plamencový kotel**

Plamenec je bezešvá zvlněná roura umístěná uvnitř válcového pláště kotle, v níž je uspořádáno roštové ohniště nebo plynový hořák. Prstencové vlny na plamenci jej vyztužují proti namáhání vnějším přetlakem kotelní vody a zajišťují i jeho potřebnou podélnou pružnost vzhledem k rozdílné teplotě plamence a pláště kotle. Pokud má kotel jen jeden plamenec, pak je tento umístěn mimo osu kotle, aby se zlepšila cirkulace vody a usnadnilo čištění kotle. Nejčastěji se staví kotle se dvěma plamenci. Dnes se tento typ plamencového kotle již nestaví. [9]

### **Žárotrubný kotel**

Původní konstrukce vychází z válcového kotle. Uvnitř válce pod vodní hladinou jsou uspořádány podélné trubky zaválcované do obou stěn válce, kterými proudí spaliny zpět k přední části kotle, kde se obrací a po bocích válce proudí zpět k zadní části kotle a do komína. V tomto provedení se již kotle nestaví.[9]

Dnes se staví žárotrubné kotle v kombinaci s plamencem. Viz Obr. 3.

### **Vodotrubný kotel**

Umožňuje stavbu kotlů od nejmenších výkonů až po nejvyšší. Pracovní tlak a teplotu páry lze volit od barometrického tlaku až po parametry nadkritické. Tyto kotle lze stavět s ohništi všech typů, na kvalitní i méně hodnotná paliva, včetně odpadů. Mají nízké akumulační číslo a proto jsou citlivé na změny odběru páry v souvislosti s udržením požadovaného konstantního tlaku páry. Na druhé straně, zmenšenému vodnímu obsahu kotle odpovídá rychlejší najíždění. [9]

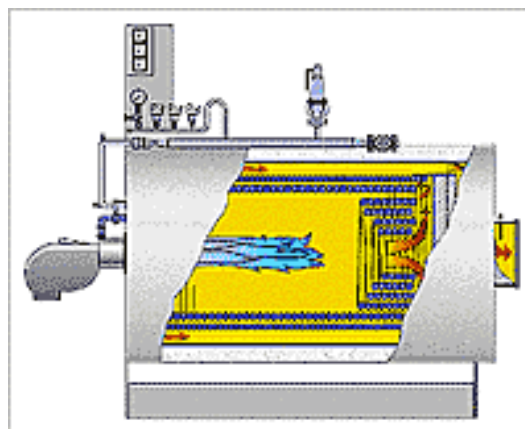
Řez takovýmto kotlem je na obr. 4. Plamen z hořáku zahřívá trubky vinoucí se podél vnitřní strany válce kotle, kterými protéká voda a mění se na páru.

Obr. 3 žárotrubný kotel plamencový



Zdroj: <http://www.loos.cz>

Obr. 4 vodotrubný kotel



Zdroj: <http://www.loos.cz>

## NO<sub>x</sub>

Oxidy dusíku NO<sub>x</sub> se stávají cca z 90% z NO (oxid dusnatý) a cca z 10% z jedovatého NO<sub>2</sub> (oxid dusičitý). V principu, oxidy dusíku vznikají oxidací molekulárního dusíku ze vzduchu při vysokých teplotách, a to hlavně s kyslíkem. Zvláště při teplotách ve spalovacím procesu nad 1400 °C se obsah NO<sub>x</sub> zvyšuje. Proto je snahou snížit spalovací teplotu; nejnižší tvorby NO<sub>x</sub> se dosáhne snížením spalovací teploty na teplotu 850-900°C, což vede k úpravám hořáků, zavádění fluidní spalovací technologie, atd. [10]

### 3. Výchozí podmínky podniku

#### 3.1 Charakteristika výroby a uspořádání stávající výrobní linky

##### 3.1.1 Představení pivovaru Herold Březnice

Město Březnice se nachází ve Středočeském kraji, asi 80 kilometrů jihozápadně od Prahy. Jeho poloha je zřejmá z obr. 5. Samotný pivovar je součástí zámeckého komplexu.

Obr. 5 Poloha Březnice na mapě České republiky



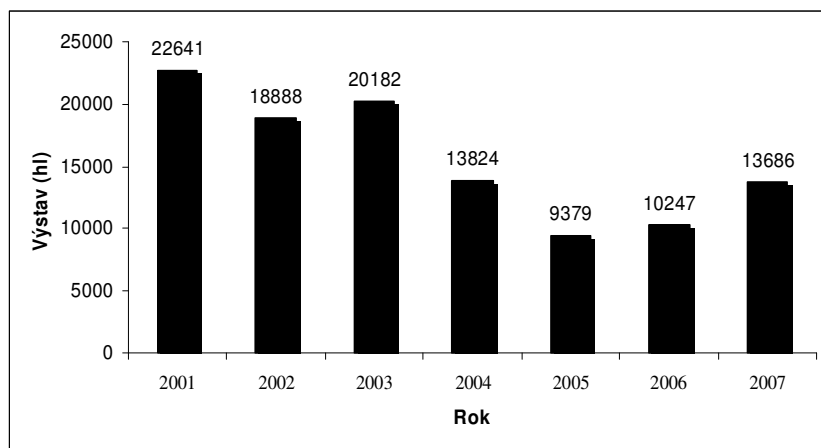
Zdroj: [www.heroldbeer.com](http://www.heroldbeer.com)

## **Historie pivovaru Herold Březnice v datech**

<u>Rok</u>	<u>Událost</u>
cca 1300	První osídlení Březnice.
1506	První záznam o pivovaru v souvislosti s jeho prodejem mezi šlechtickými rody.
1531	Majitel Jan Malovec převedl pivovar na svého bratra Petra Malovce, kterému byl později zabaven za účast na povstání proti králi Ferdinandovi I. a předán rodině Lokšanů.
1586	Záznam v kronice o výrobě bílého piva (z pšenice) a hořkého piva (z ječmene).
1623	Březnický zámek včetně pivovaru koupil královský zástupce Jeníšek z Újezdu, který vylepšil pivovar.
1720	Pivovar byl modernizován a rozšířen do současné velikosti, a to včetně výstavby barokního statku.
1831 - 76	Po obdobích špatných let způsobených nedostatkem ječmene měl pivovar velmi malý zisk a byl pronajímá několika nájemníkům.
1900 - 03	Vlastník – hrabě Palffy z Erdodu postavil nový parní kotel, skladiště, obnovil ležácké sklepy a chladicí prostory a vykopal novou studnu.
1906	Hrabě Palffy se rozhodl vypracovat plán na výměnu pracovníků za stroje a pivovar si vyráběl svou vlastní elektrickou energii.
1920	Instalace myčky lahví, poloautomatické lahvovery a dalších zařízení.
1930 – 35	Výstav dosahoval 20 000 hl piva ročně. Pivovar měl 25 zaměstnanců.
1940 – 44	Výroba pokračovala i za války, vyrábělo se však jen slabé pivo 3 – 4°.
1945	Pivovar byl přiřazen obci Březnice.
1948	Po komunistickém puči se stal pivovar národním podnikem.
1960	Pivovar byl připojen k pivovaru ve Velkých Popovicích.
1989	Po sametové revoluci byl pivovar podporován Výzkumným ústavem pivovarským a sladařským, který se změnil na akciovou společnost a vlastnil mnoho pivovarů v zemi. V této době také dostal název Herold.
1998	Pivovar koupila skupina Američanů pracujících v České republice, která jej vlastní dodnes.

Svým výstavem (viz obr. 6) se pivovar řadí mezi nejmenší průmyslové pivovary na území České republiky. Jak je vidět na grafu obrázku 6, výstav pivovaru měl víceméně klesající trend. Nejméně piva bylo vyrobeno v roce 2005 a od té doby se výroba každoročně zvyšuje.

Obr. 6 Výstav pivovaru Herold Březnice v posledních sedmi letech



Zdroj: Pivovarský kalendář 2008, Praha: VÚPS, 2007, 330 s., ISBN 80-86576-26-4

Pivovar vyrábí širokou škálu piv. Jejich celkový souhrn je uveden v tabulce 2.

Tab. 2 Druhy vyráběných piv v pivovaru Herold Březnice

Název	Typ	Obsah alkoholu
Herold Traditional Czech Lager	výčepní světlé pivo	4,1 % obj.
Herold Bohemian Blond Lager	světlý březnický ležák	5,2 % obj.
Herold Czech Premium Lager	světlý březnický ležák	5,0 % obj.
Herold Bohemian Black Lager	tmavý speciál	5,3 % obj.
Herold Bohemian Granát Lager	polotmavé speciální pivo	5,8 % obj.
Herold Bastard	světlé speciální pivo	6,1 % obj.
Herold Golden Revolution	porter světlé pivo	9,0 % obj.
Herold Hefeweizen	kvasnicové pšeničné pivo	5,2 % obj.
Herold Midnight Wheat	tmavé kvasnicové pšeničné pivo	5,2 % obj.

Zdroj: Pivovarský kalendář 2008, Praha: VÚPS, 2007, 330 s., ISBN 80-86576-26-4

Výhodou pivovaru je i vlastní sladovna. Množství vyrobeného sladu v roce 2007 dosáhlo 87 tun[3].

### **3.1.2 Jednotlivé provozy výrobní linky pivovaru**

#### **Varna**

Varna je jednoduchá klasická, obsahuje dvě varní nádoby z roku 1952, které jsou instalovány v Březnici od 70. let minulého století. Pánev se používá pro rmutování ale i pro chmelovar. Scezovací kád' se používá pro vystírání a také jako rmutovací kád'.

#### **Chlazení mladiny**

Používá se dvoustupňový deskový podchlazovač od výrobce Nate Chotěboř z roku 1992. Systém chlazení byl rekonstruován v roce 2007. Deskový chladič zůstal původní.

Dvoustupňový deskový chladič horké mladiny je vhodná varianta pro řešení procesu chlazení mladiny pro malé a mini pivovary, kde je denní provoz menší, než osm dávek [11]. V prvním stupni je k chlazení používána voda ze studny, ve druhém se pak dochlazuje na zákvasnou teplotu pomocí ledové vody.

#### **Spilka**

Tvoří ji železobetonové kádě, které jsou potažené povrchovou vrstvou nazývanou upon. Povrch kádí byl obnovován v roce 2006.

#### **Ležácký sklep**

Ve sklepech jsou umístěny ocelové tanky s vnitřní povrchovou upon. Oprava vnitřních prostor tanků byla provedena v roce 1994. Oprava vnějšího povrch tanků je prováděna každoročně.

#### **Filtrace piva**

Pro filtraci piva se používá svíčkový křemelinový filtr DESTILA, který byl instalován v roce 1982. Výměna nové generace svíček proběhla v roce 1999. Naplavovací filtry nové generace s vertikálními filtračními svíčkami mají podobné použití jako filtry starších typů. Odlišná je jejich filtrační plocha, která je až do 100 m<sup>2</sup>. Dále byl v roce 2000 instalován Amafilter místo do té doby již velice dlouhou dobu v pivovaru používaného EK-filtru.

#### **Stáčírna lahví a sudů**

Současná myčka lahví Terma NATE Chotěboř byla nakoupena instalována v roce 2002. Stáčečka lahví Rotus 60 byla instalována v roce 2000. Byla použita repasovaná stáčečka. Etiketovačka Krones Universal byla instalována roku 1990 a je také repasovaná. Paster je tunelový sprchový odkoupený z lihovaru v Ratíškovicích. Byl instalován v roce 1990. Stáčecí linku na KEG sudy instalovala firma M + F Servis v roce 1993.

## **Kotelna**

V kotelně je umístěn kotel Slatina S 2500 U z roku 1982. (viz obr. 7). Kotel je po varnách nádobách nejstarším zařízením pivovaru. Je vodotrubné konstrukce s mechanickým pásovým roštem, doplněný pneumatickým tříděním paliva. Spodní zápal paliva je zajišťován směsí spalin a vzduchu, vháněnou pod rošt. Těleso kotle se skládá z plynotěsné spalovací komory a článkové konvekční části, umístěné vedle spalovací komory. Těleso kotle je řešeno se dvěma samostatnými cirkulačními okruhy společně zavodňovanými z bubny, umístěného nad střední stěnou, oddělující topeniště od konvekční části. Výchřevná plocha je doplněna žárotrubným ohřívákem vzduchu. Mechanický rošt je rozdělen na pět pásem samostatně regulovatelných pro přívod spalovacího vzduchu a recirkulovaných spalin do roštu. [12]

Výrobce je firma Sigma Slatina, která již v dnešní době neexistuje. Kotel byl vyroben v roce 1983, má jmenovitý výkon 4 t/h a jeho výchřevná plocha činí 128 m<sup>2</sup>. Kotel je umístěn v kotelně v provozní budově areálu pivovaru. Přístup ke kotelně je přes prostor dvora nebo dveřmi z vnitřku objektu.

Provozní tlak kotle je 0,65 MPa a teplota páry 162 °C. Napájecí voda má teplotu 105 °C. Voda je upravována v jednom změkčovacím filtru ZFRC 380. Napájecí nádrž je vybavena odplyňovací tryskou. Přídavné chemikálie nejsou dávkovány. Jako palivo se používá hnědé uhlí mostecké, drobné nebo průmyslové o výchřevnosti minimálně 11,51 MJ/kg. Uhlí je do kotle dopravováno pásovým dopravníkem ze skladu uhlí, který je umístěn vně kotelny.

Spaliny jsou vedeny ven z objektu, kde je umístěn odlučovač popílku a dále přes ventilátor do komína. Popílek společně se škvárou je shromažďován a zhruba jednou denně vyvážen dopravní společností na skládku.

Dne 11.5.2007 byla provedena revize kotle revizním technikem, který v závěru zprávy navrhuje uvažovat o ukončení provozu kotle a náhradě za nový kotel na zemní plyn. Kotelna se mi jeví jako nejrizikovější provoz a proto jsem se po poradě se sládkem a vedoucím údržby pivovaru rozhodl inovovat právě tuhle část pivovaru.

*Obr. 7 Parní kotel Slatina S 2500 U v kotelně pivovaru Herold Březnice*

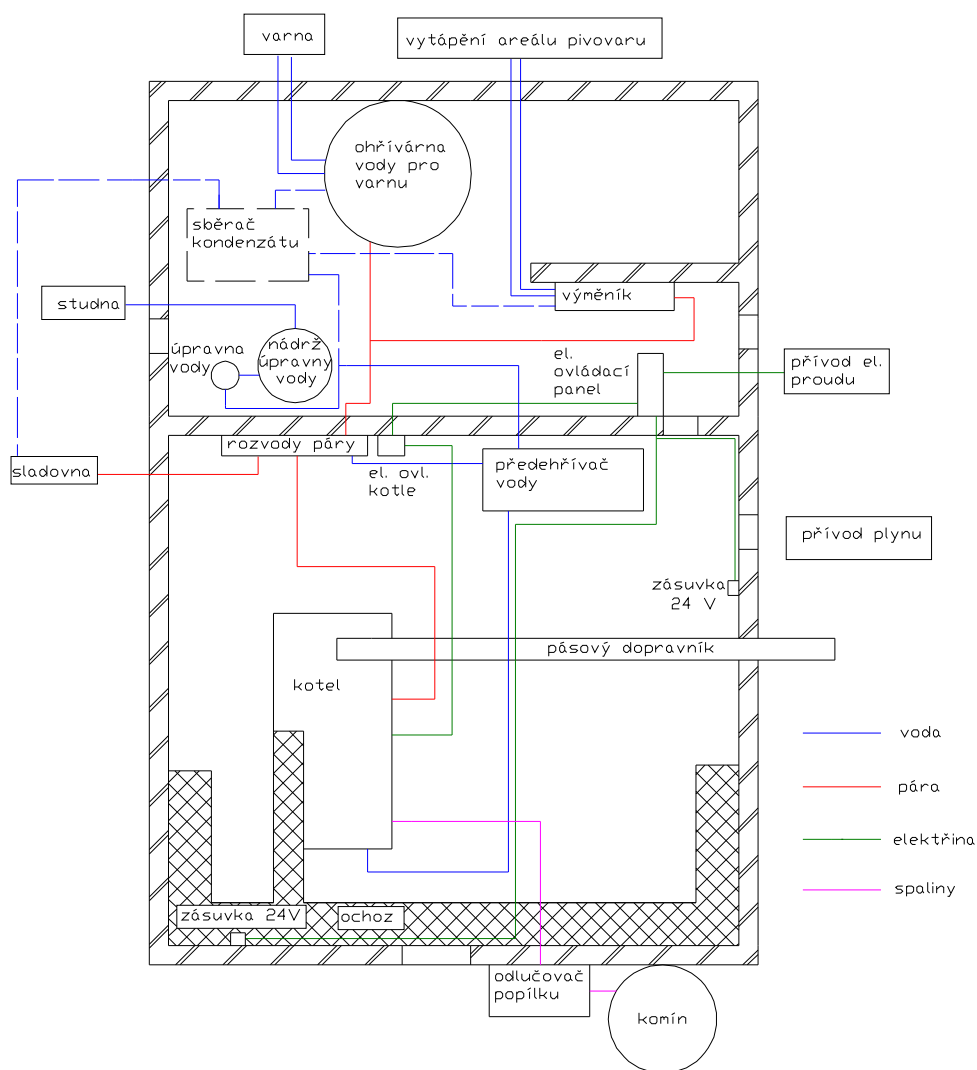


*Zdroj: Autor*

Voda pro výrobu páry jde ze studny do nádrže úpravy vody a odtud do úpravy vody (probíhá pouze změkčení vody). Po změkčení jde voda do předehříváče vody, jehož součástí je zařízení pro odplynění napájecí vody. Zde se voda předehřeje na 105 °C a je vháněna do kotle, který ji mění na páru. Vyrobena pára je vedena do rozvaděče. Odtud je pára vedena do míst spotřeby. Vytápění celého areálu pivovaru (vytápění pomocí horké vody, která je ohřívána vyrobenou párou ve výměníku), ohřev vody pro varnu, topení pro změkčování vody, předehřev napájecí vody, pro potřeby lahvovny, sladovny a ohřev vody pro rozvod v areálu pivovaru. Kondenzát, který se vrací zpět je sbírán pod úrovní kotelnou a společně s vodou z úpravy vody, která doplňuje ztracené množství v oběhu, je veden opět do předehříváče vody. Palivo – hnědé uhlí je shromažďováno vně budovy a je dopravováno do kotle pásovým dopravníkem. Spaliny vzniklé při spalování uhlí jsou vedeny nuceným oběhem do komína přes odlučovač popílku. Elektřina je přivedena do elektrického ovládacího panelu. Odtud je elektřina vedena do elektrického ovládacího kotle a z důvodu bezpečnosti je napětí vedené do dvou zásuvek do transformováno na 24 voltů. 21 metrů od zdi budovy kotelnou je na pozemek pivovaru přiveden středotlaký zemní plyn. Schématicky je rozmístění jednotlivých prvků kotelnou a vazby mezi nimi zobrazeno na obr. 8. Místnost kotelnou, ve které je kotel umístěn měří 11,9 x 13,6 metrů. Výška místnosti je zhruba 7 metrů, V jižní části místnosti jsou umístěna plechová vrata vedoucí ven z budovy. Dveře na východ vedou také mimo budovu. Dveře na severu spojují místnost kotelnou s místností úpravy vody a ohříváče vody pro varnu.



Obr.8 Současné prostorové uspořádání kotelny



Zdroj: autor

### 3.2 Cíl projektu

Ve své práci bych se měl zaměřit na největší problém současného uspořádání výrobní linky a navrhnout zlepšení. Protože tímto problémem se ukázaly být nespolehlivé dodávky páry pro výrobu sladu a proces vaření piva, bylo třeba renovovat kotelnu. Pro vytvoření návrhu bylo žádoucí nejdřív prozkoumat a popsat současný stav, navrhnout nové uspořádání, provést výběrové řízení na dodavatele kotle a na závěr provést technicko-ekonomické hodnocení návrhu.

## 4. Návrh řešení a výsledky projektu

### 4.1 Návrh rekonstrukce

#### 4.1.1 Navrhovaná změna v uspořádání linky

Na základě nedostatků stávajícího uspořádání (viz výše), doporučuji modernizovat kotelnu. Stěžejním zařízením je kotel a proto stávající kotel na uhlí vyměnit za nový. Sortiment výrobců kotlů je široký. Kromě kotlů různých výkonových parametrů nabízejí i několik variant kotlů podle používaného paliva.

Uhelné kotle se v takovýchto výkonových řadách téměř nevyrábějí. Kotle na spalování biomasy jsou výhodné tam, kde vzniká přímo v podniku nebo jeho okolí, tento druh paliva. V takovém případě jsou náklady na palivo minimální a navíc tento zdroj může být při dobrém hospodaření nevyčerpatelný. Bohužel tento zdroj pivovar Herold Březnice nemá. Další možností je spalování oleje nebo zemního plynu. Jde o velice ekologický a v současné době spolehlivý druh paliva. Kotle na olej nebo zemní plyn dosahují vysoké efektivity a také proto se vyznačují relativně nízkými náklady na provoz. Podmínkou je zajištění dodávek příslušného paliva. Jelikož je na hranice pozemku pivovaru přiveden zemní plyn (22 metrů od budovy kotelny), je tato alternativa nejvýhodnější.

Dále je možnost si vybrat mezi kotli parními nebo horkovodními. Vzhledem k potřebám jednotlivých provozů pivovaru je nutné dodávat do oběhu páru. Celý oběh je také uzpůsoben na páru, takže se bude jednat o kotel parní.

Dnešní plynové kotle jsou náročnější na kvalitu napájecí vody, než stávající kotel na uhlí. V současné době je úprava vody řešena pouze jejím změkčením. To znamená, že bude třeba vybavit kotelnu novou chemickou úpravnou vody. Tu navrhuji v rámci úspory prostoru a rozvodů média umístit do stejné místnosti se samotným kotlem.

Další úpravy se budou týkat demontáže zařízení, které nový plynový kotel nevyužívá. Odstraněny budou: pásový dopravník na uhlí, odlučovač popílku a ocelový ohoz.

Ze stavebních úprav bude třeba vybudovat základy pro kotel, zazdít otvor po dopravníku, instalovat větší vrata, přivést plyn do kotelny, odpojit komín od starého kotle, připojit ke kotli novému a vyvločkovat.

## **4.1.2 Výhody návrhu**

### **Snížení nákladů na obsluhu**

Plynové kotle vyráběné v současné době jsou tzv. bezobslužné. Jejich obsluha spočívá pouze v kontrole funkcí po max. 12, 24 nebo 72 h. Výrobci zajišťují též servis, takže není třeba zaměstnávat skupinu lidí pro případ poruchy. Nové kotle jsou také spolehlivější.

### **Snížení poplatků za znečištění ovzduší**

V České republice musí znečišťovatel ovzduší, jakým je i pivovar Herold Březnice odvádět poplatek podle objemu vypouštěných zplodin. Vzhledem k tomu, že při spalování zemního plynu vzniká mnohem méně zplodin (NO<sub>x</sub>), budou tyto poplatky, po zavedení nového kotle, znatelně nižší. Navíc se v České republice chystá zavést tzv. ekologická daň, která se od jejího zavedení bude neustále zvyšovat a ekologické limity snižovat. Nepříznivý vliv spalin unikajících do komína na stav ovzduší je všeobecně znám. Kromě již zmíněných poplatků má znečišťování ovzduší negativní vliv na životní prostředí v blízkém okolí. Požadavky na zlepšování kvality ovzduší se neustále zvyšují a ekologičtější provoz jistělepší mimo jiné i dobré jméno podniku.

### **Odstranění poplatků za odvoz škváry a popílku**

Při spalování uhlí vzniká ze spáleného uhlí škvára a část pevných složek uniká do komína v podobě popílku, který se jímá v odlučovači. Takto vzniklý odpad se musí jednou za čas odvézt na skládku, což jsou výdaje, které u plynových kotlů nevznikají.

Podrobněji se budou náklady zabývat v kapitole „Celkové hodnocení investice“.

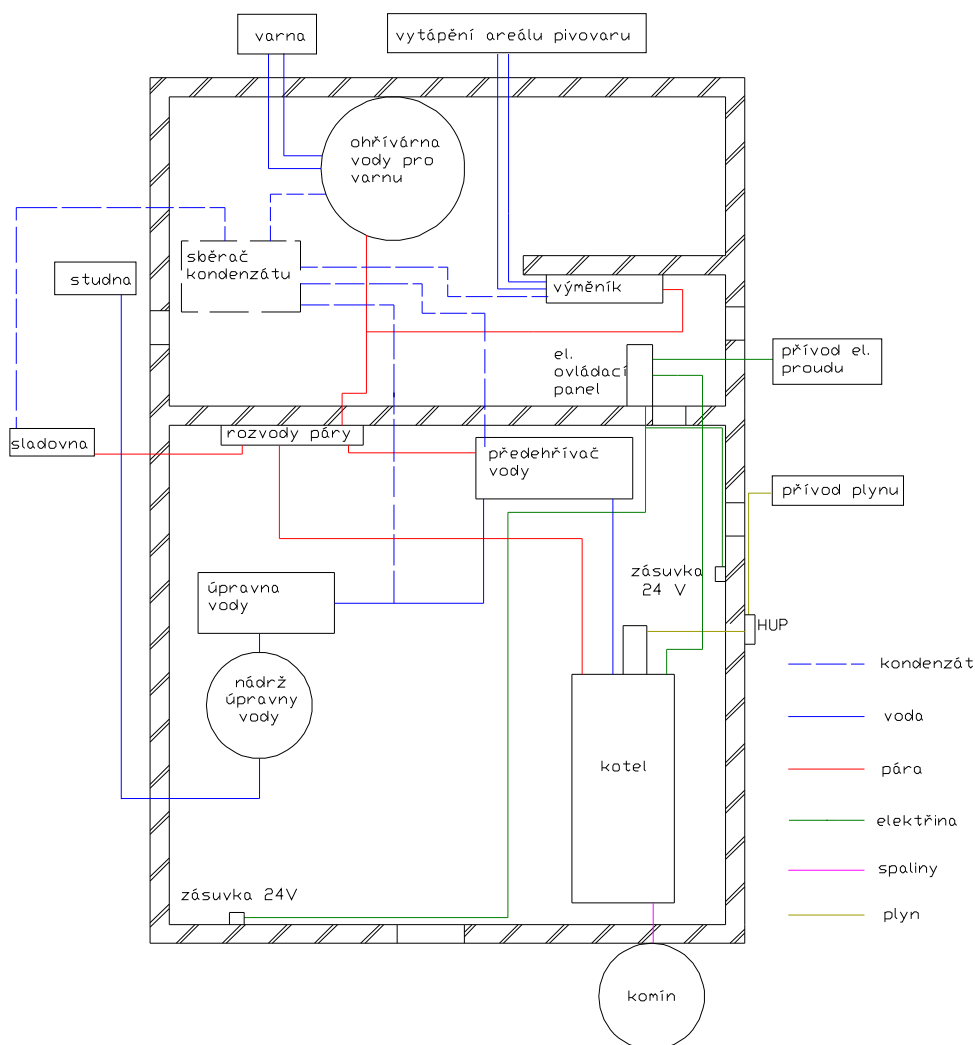
### **Stáří kotle a jeho technický stav**

Stávající kotel je starý již 26 let. To se odráží jednak v jeho nízké efektivitě, ale i vysoké poruchovosti. Jelikož je výrobní proces závislý na dodávkách tepla, jeho výpadek znamená zastavení produkce, což má za následek ušlý zisk. Proto je spolehlivost těchto zařízení velmi důležitá. Navíc výměnu kotle za plynový přímo doporučil revizní technik.

## 4.2 Návrh nového uspořádání

Jelikož kotle vyráběné v dnešní době jsou náročnější na kvalitu napájecí vody, stará úpravna vody již nebude vyhovovat. Novou úpravnu navrhuji umístit na místo bývalého kotle. Z této úpravny vody bude voda svedena dohromady s kondenzátem a dále do stávajícího předehřívače a nového kotle. Vyrobená pára bude vedena do stávajícího rozvaděče a odtud k jednotlivým spotřebičům a kondenzát bude veden do sběrače kondenzátu (viz stávající uspořádání). Zemní plyn bude veden od přívodu v zemi ke zdi kotelny, kde bude umístěn hlavní uzávěr plynu a pak dále do hořáku kotle. Elektřina potřebná pro chod kotle bude vedena z elektrického rozvaděče (ovládacího panelu). Spaliny budou odcházet do stávajícího komína, který však bude třeba nejdříve vyvločkovat. Prostorové uspořádání jednotlivých prvků kotelny a vazby mezi nimi jsou zobrazeny na obr. 9

Obr. 9 Prostorové uspořádání návrhu kotelny



Zdroj: autor

### 4.3 Výběrové řízení

#### Profily firem nabízejících zařízení

Oslovil jsem celkem tři výrobce zařízení pro výrobu páry nebo jejich zástupce pro Českou republiku a navázal s nimi spolupráci. Dva z nich jsou zástupci zahraničních výrobců a jeden je výrobce tuzemský. Pro porovnání jsem vybral dva žárotrubné parní kotle a jeden vodotrubný vyvíječ páry.

#### **Dodavatelé:**

##### **Benochema s.r.o.** (zástupce firmy Certuss)

Německá firma Certuss se již více jak 40 let zabývá výrobou rychlovyvíječů páry. V celkovém evropském měřítku bylo dodáno více než 10 000 vyvíječů páry Certuss, v České republice pak 290. Rychlovyvíječe Certuss používá, mimo jiné provozy, pivovar Kácov (výstav 7 235 hl/rok), který patří (stejně jako Herold) mezi nejmenší průmyslové pivovary. Proto lze předpokládat podobnou spotřebu páry. Sídlo firmy Benochema je Na Jarově v Praze 10.

#### Některé přednosti rychlovyvíječů Certuss:

Izolace dvojitým vzduchovým pláštěm snižuje ztráty tepla pod 0,2 %, zároveň snižuje spotřebu energie.

Prakticky okamžitá výroba páry (během tří minut po uvedení do provozu).

Velmi malé nároky na zastavěnou plochu, nejsou potřeba stavební základy.

Nasávání vzduchu horní částí rychlovyvíječe, nasává se teplý vzduch z místnosti, bez znečištění z podlahy.

Integrovaná cirkulace zabezpečuje nízké emise spalin, zvláště NO<sub>x</sub>.

Možnost dodávky zařízení PARCOVAP při více jak 70% návratnosti kondenzátu možná úspora energie přes 10%.

Záruka na dodávky náhradních dílů po dobu 20 let.

#### Nabídnuté zařízení

Baterie vyvíječů páry Universal SC P 1000 a Universal SC P 1500 viz obr. 10. Jedná se o dva vodotrubné rychlovyvíječe páry na zemní plyn spojených do baterie. Jeden o výkonu 1 000 kg/h a druhý 1 500 kg/h a pracovním tlaku 0,4 – 0,8 MPa. Teplota vyrobené páry se pohybuje mezi 130 a 150 °C.

*Obr. 10 Parní kotel Certuss Universal SC*



*Zdroj: [www.benochema.cz](http://www.benochema.cz)*

#### **Kotle Loos spol. s r.o.** (zástupce Loos International)

Také německá firma, ovšem existující již od roku 1865. Je to jedna z největších a nejdéle fungujících firem na trhu průmyslových kotlů. Po celém světě firma Loos International dodala již více, než 100 000 kotlových zařízení do více než 140 zemí světa. Mezi pivovary, které používají kotle Loos v České republice patří pivovar Staropramen, pivovar Velké Popovice a pivovar Eggenberg. Jedná se o dva velké a jeden malý pivovar. Z toho vyplývá, že firma Loos má dostatek zkušeností s dodávkami kotlů do různých pivovarů. Sídlo firmy Kotle Loos spol. s r.o. je v Praze 4.

#### **Přednosti kotlů Loos:**

Každý kotel je vybaven řídicím systémem LBC.

Kotel přizpůsobuje dynamicky svůj výkon kolísavé spotřebě páry.

Možnost vybavit kotel ekonomizérem, který využívá teplo spalin pro přehřev vody a tím zvyšuje účinnost.

Dobře udržuje konstantní tlak páry stabilní při špičkovém i nízkém zatížení, snadné přizpůsobení změnám zatížení.

Elektronická regulace poměru palivo – vzduch.

## Nabídnuté zařízení

Parní kotel Universsal, typ UL-S-IE 4.000 x 10 (integrováný ekonomizér) viz obr. 11. včetně dalšího příslušenství. Jedná se o plamencový kotel žárotrubný třítahový přetlakový o celkovém parním výkonu 4 000 kg/h syté páry do 235 °C.

*Obr.11 Parní kotel plamencový UL-S-IE 4.000 x 10*



*Zdroj: [www.loos.cz](http://www.loos.cz)*

## **Bresson a.s.**

BRESSON a. s. jako pokračovatel tradice ČKD DUKLA a Strojíren Kolín – FRAM vyrábí a dodává široký sortiment zařízení pro potřeby energetiky, průmyslu, tepláren, výtopen, spaloven a pro využívání odpadního tepla.

BRESSON a. s. navazuje na tradiční výrobu kotlů a souvisejícího zařízení kotelen. Od 60. let, kdy započala spolupráce mezi ČKD DUKLA a tehdejší Tatrou Kolín, bylo uvedeno na trh v tuzemsku i zahraničí více než 7000 kotlových jednotek v teplovodním, horkovodním nebo parním provedení od výkonu 240 kg/h do 240 t/h pro spalování hnědého a černého uhlí, zemního plynu, svítiplynu, těžkých i lehkých olejů, průmyslového, nemocničního i komunálního odpadu včetně kotlů na odpadní teplo.

### Přednosti kotlů Bresson:

Kotle mají mimořádně vysoký parní prostor, který umožňuje dodávku velmi čisté páry.

Kotle s velkým spalovacím prostorem ve spojení s hořáky současných výrobců dosahují velmi nízkých hodnot CO a No<sub>x</sub>.

Kotle jsou vybaveny ekonomizérem.

Nabídnuté zařízení:

Plamenco - žárotrubný kotel typu BK 4 v parním provedení pro spalování plynných paliv (viz obr. 12) je velkoprostorový, s přirozenou cirkulací a přetlakovým spalováním. Kotel je dodáván s ekonomizérem a je upraven pro připojení zařízení pro provoz bez trvalé obsluhy. Výkon kotle je 4 000 kg/h syté páry do teploty 220 °C a pracovního tlaku 1,4 MPa.

*Obr. 12 Plamencový parní kotel BK 4*



*Zdroj: [www.bresson.cz/download.html](http://www.bresson.cz/download.html)*

### **Postup výběrového řízení**

Ve výběrovém řízení jsem porovnával nabídky rozhodujícího zařízení v inovaci kotelny, tedy parního kotle nebo rychlovyvíječe páry.

Pro porovnání nabídek jednotlivých dodavatelů jsem zvolil následující kritéria:

- 1) Cena.
- 2) Výkon.
- 3) Zkušenosti dodavatele s pivovarskými kotelny.
- 4) Spotřeba paliva.
- 5) Míra automatizace.
- 6) Účinnost.
- 7) Velikost parního prostoru.
- 8) Záruční doba.
- 9) Pozáruční servis.
- 10) Dodací lhůta.
- 11) Platební podmínky.



Pro hodnocení a porovnávání jednotlivých nabídek jsem použil vícekritériální analýzu variant. Tato metoda pracuje s konečnou množinou  $p$  variant, které jsou hodnoceny podle  $k$  kritérií. Cílem je najít variantu, která je podle všech kritérií celkově hodnocena co nejlépe (variantu „optimální“ či kompromisní), případně seřadit varianty od nejlepší po nejhorší nebo vyloučit neefektivní varianty. [13]

Pro určení vah jednotlivých kritérií jsem zvolil Saatyho metodu, která je vhodná tehdy, hodnotí-li je pouze jeden expert. Porovnal jsem každou dvojici kritérií a velikost jejich vzájemných preferencí zapsal do Saatyho matice (viz tab. 3). Použil jsem devítibodové stupnice. Jsou-li obě kritéria rovnocenná, je hodnota v Saatyho matici rovna 1. Čím vyšší preference prvního kritéria před druhým, tím vyšší hodnota, takže hodnota 9 vyjadřuje absolutně preferované první kritérium před druhým. Je-li preferováno druhé kritérium před prvním, je v matici zapsaná převrácená hodnota. Pro každý řádek jsem vypočítal geometrický průměr ( $r$ ) jeho hodnot a z něho pak odvodil váhu kritéria ( $v$ ) odpovídající podílu řádku ze součtu geometrických průměrů.

Tab. 3 Saatyho matice

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	$r_i$	$v_i$
cena (1)	1	4	7	3	8	4	5	4	3	7	4	3,59	0,2463
výkon (2)	0,25	1	6	2	6	1	4	3	2	5	4	2,13	0,1462
zkušenosti (3)	0,14	0,17	1	0,25	1	0,2	2	3	0,33	3	0,5	0,62	0,0429
spotřeba (4)	0,33	0,5	4	1	4	1	5	5	2	6	5	1,99	0,137
automatizace (5)	0,125	0,17	1	0,25	1	0,2	0,5	0,33	0,25	1	0,33	0,40	0,0271
účinnost (6)	0,25	1	5	1	5	1	4	5	4	6	3	2,14	0,1467
parní prostor (7)	0,2	0,25	0,5	0,2	2	0,25	1	0,33	0,25	1	0,5	0,47	0,032
záruka (8)	0,25	0,33	0,33	0,2	3	0,2	3	1	0,33	3	0,25	0,61	0,0416
servis (9)	0,33	0,5	3	0,5	4	0,25	4	3	1	5	2	1,33	0,0911
dodací lhůta (10)	0,14	0,2	0,33	0,17	1	0,17	1	0,33	0,2	1	0,2	0,35	0,0241
platební podmínky (11)	0,25	0,25	2	0,2	3	0,33	2	4	0,5	5	1	0,94	0,0648

Součet	14,56	1,00
--------	-------	------

Zdroj: autor

K dispozici jsem měl kardinální informace o atributech, které jsem čerpal z nabídek jednotlivých výrobců. Pro porovnání užítu, který přinesou uživateli (pivovaru Herold) porovnávaná zařízení jsem použil Metodu váženého součtu.

Tato metoda vychází z maximalizace užitku. Dosáhne-li varianta  $a_i$  podle hodnoty  $f_j$  určité hodnoty  $y_{ij}$ , přináší tak uživateli určitý užitek, který lze vyjádřit pomocí funkční hodnoty dílčí funkce užitku  $u_j(y_{ij})$ . Funkční hodnoty užitku leží v intervalu  $\langle 0,1 \rangle$ . Čím je varianta výhodnější, tím je vyšší hodnota užitku. [13]

### **Cena**

Porovnával jsem cenu zařízení na výrobu páry s příslušenstvím (bez napájecí nádrže). Protože se jednotlivé nabídky lišily ve vybavení příslušenstvím, zohlednil jsem tuto skutečnost v kritériu „příslušenství“. Ceny jsou uvedeny v tab. 4 v Euroch bez DPH. V době tvoření nabídky bylo počítáno s kurzem 26 Kč/€. V ceně je započítána pořizovací cena zařízení, doprava, montáž, zaškolení obsluhy a zprovoznění.

### **Výkon**

Je důležitým kritériem neboť nedostatek výkonu může mít negativní dopad na provoz nejen zařízení pro výrobu páry. Zbytečně vysoký výkon zase snižuje ekonomičnost provozu. Výkon se udává buď v kilowatech nebo v hmotnosti vyrobené páry za hodinu (kg/h). Pro porovnání jsem zvolil používanější údaj kg/h. Viz tab. 4.

### **Reference**

Zde jsem vzal v úvahu, v kolika provozech podobných Heroldu Březnice pracují zařízení daného výrobce. Zkušenosti mohou do jisté míry ovlivnit kvalitu projektu a servisu kotle. Výrobce, který již provozuje dané zařízení v jiném pivovaru má zkušenosti s instalací a servisem kotle, může se tedy lépe vyvarovat chyb spojených s těmito úkony. Takový výrobce již má zpětnou vazbu od provozovatele kotle. Počet zařízení pracujících v pivovarech v ČR je uveden v tabulce 4.

### **Spotřeba paliva**

Spotřeba paliva je jedna z hlavních položek tvořících provozní náklady. Měrná spotřeba by měla být co nejnižší. Tato spotřeba je uvedena v tab.4 v  $\text{m}^3/\text{h}$ .

### **Míra automatizace**

Toto kritérium zohledňuje různou vybavenost zařízení automatizačními prvky. Produkt firmy Loos je vybaven tzv. LBC ( Loos Boiler Control ). To znamená, že veškeré

regulační a ovládací funkce jsou začleněny do programovatelného ovládacího zařízení. K tomu patří regulace výkonnosti kotle, úrovně odsolení a odpěnění vody, jakož i regulace ekonomizéru. Toto zařízení jednoznačně usnadní obsluhu a ochranu zařízení, jakož i ukládání do paměti různých provozních stavů, poruch a měření. V základní nabídce firem Bresson a Benochema (Certuss) se řídicí systém zařízení neobjevuje. Firma Bresson nabízí podobnou funkci za příplatek zhruba 12 000 €. Firma Benochema nabízí méně propracovaný systém bez možnosti ukládání dat za 4 680 €. Viz tab. 4.

### **Účinnost**

Účinnost udává poměr mezi energií vydanou a vloženou. Udává se v procentech. Samotnou účinnost snižují např. ztráty v komínu, sáláním, atp. Pro zvýšení účinnosti se používá zařízení zvané ekonomizér. Toto zařízení využívá tepla spalin pro přehřev napájecí vody. Zároveň tedy tato napájecí voda ochlazuje spaliny samotné. Tímto zařízením lze zvýšit účinnost až o 7%. Účinnost kotlů se pohybuje okolo 90%. Účinnost zařízení je uvedena v tab. 4.

### **Parní prostor**

Rychlovyvíječ páry Certuss má vodotrubnou konstrukci. Doplněvaná napájecí voda se pomocí nuceného oběhu v topné spirále ohřívá a současně i odpařuje. V trubkovici není definován parní prostor a množství vody je malé. Voda se rychle mění na páru. Plamencové vodotrubné parní kotle Loos a Bresson mají teplosměnné plochy omývané vodou. V důsledku přirozené vnitřní cirkulace dochází k odpařování vody na topných plochách. Parní bublinky stoupají nahoru a shromažďují se v parním prostoru, odkud je odebírána pára. V případě parních kotlů nahromaděná pára v parním prostoru vyrovnává případné kolísání v odběru páry. Rychlovyvíječ vyrovnává kolísání spotřeby okamžitou změnou výkonu. To znamená, že při snížení odběru páry zařízení okamžitě zastavuje provoz a naopak při nárůstu spotřeby se ihned spouští.

Celkově je velikost parního prostoru důležitá pro ekonomičtější a plynulejší chod zařízení. Parní prostor je uveden v tabulce 4.

### **Záruční doba**

Záruční doba je lhůta, po kterou prodejce ručí za závady zařízení vzniklé při provozu tohoto zařízení v souladu s podmínkami pro správnou obsluhu a údržbu. Obsluha zařízení musí být zaškolená dodavatelem.

Nejdelší záruční dobu poskytuje firma Loos, tj. 24 měsíců po uvedení do provozu, max. ale 27 měsíců po dodání zařízení. Bresson nabízí také 24 měsíců. Na rychlovývěč Certuss je poskytována záruka ve lhůtě 12 měsíců nebo max. 3000 provozních hodin. Viz tab. 4.

Z garance jsou vyjmuty díly rychlého opotřebení – těsnění, ucpávky, manžety čerpadla, ventilové destičky, zapalovací elektroda, trysky hořáku atp.

### Dodací lhůta

Firma Loos má na dodání 19 týdnů, firma Bresson 18 týdnů a Benochema, která má tento termín nejkratší, 5-7 týdnů. Viz tab.4.

### Platební podmínky

Firma Loos nabízí dva způsoby platby. První možností je, že při platbě předem má zákazník nárok na 2% slevu. Druhou možností je úhrada 30% částky po podpisu smlouvy a 70% při dodávce (při bankovní záruce prvotřídní banky země kupujícího).

Benochemě (Certuss) se platí 30% z celé částky při zaslání objednávky nebo podepsání kupní smlouvy, 40% z částky při předání spediční firmě a posledních 30% z částky po zprovoznění, maximálně však do 30 dnů po dodání zařízení.

Bresson požaduje zaplacení 30 % celkové částky předem a zbylých 70 % doplatit při dodávce.

Jednotlivé platební podmínky viz tab. 4.

Tab. 4 Porovnání zařízení dle jednotlivých výrobců

Výrobce	Celková cena	Výkon kotle	Zkušenosti	Spotřeba	Automatizace
Certuss	81090	2500 kg/h	1	181,8	nižší míra, za příplatek
Loos	89477	4 000 kg/h	3	275	vyšší míra, v ceně
Bresson	134481	4 000 kg/h	0	289	vyšší míra, za příplatek
Výrobce	Účinnost	Parní prostor	Záruka	Servis	
Certuss	94%	ne	12 měs. provozu	1x ročně 5000 Kč	
Loos	94,70%	ano	24 měs. provozu	2x ročně, 6580 Kč	
Bresson	93,80%	ano	24 měs. provozu	1x ročně 4500 Kč	
Výrobce	Dodací lhůta	Platební podmínky			
Certuss	5-7 týdnů	30% smlouva, 40% převoz, 30% zprovoznění			
Loos	19 týdnů	Předem - 2 % sleva nebo 30% smlouva a 70% dodávka			
Bresson	18 týdnů	30 % smlouva. 70 % dodávka			

Zdroj: autor

Tyto získané údaje jsou různého charakteru. Některé jsou maximalizační (čím vyšší hodnota, tím vyšší hodnocení). Tato kritéria jsou: výkon, reference, účinnost a záruka. Pro hodnoty těchto kritérií jsem použil jejich číselné vyjádření bez dalších úprav. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce 5, včetně ideálních ( $h_j$ ) a bazálních ( $d_j$ ) variant.

*Tab. 5 Maximalizační kritéria*

Výrobce	Výkon	Reference	Účinnost	Záruka
Certuss	2 500	1	0,94	12
Loos	4 000	3	0,947	24
Bresson	4 000	0	0,938	24
Ideální v.	4000	3	0,947	24
Bazální v.	2500	0	0,938	12

*Zdroj: autor*

Hodnoty minimalizační jsem převedl na maximalizační a to tak, že jsem od nejhorší (nejvyšší) varianty odečetl hodnotu každé varianty. To byla kritéria: cena, spotřeba, servis a dodací lhůta. (viz tab. 6).

*Tab. 6 Minimalizační kritéria převedená na maximalizační*

Výrobce	Cena	Spotřeba	Servis	Dodací lhůta
Certuss	46 651	107,2	1580	13
Loos	42 411	14	0	0
Bresson	0	0	2080	1
Ideální v.	46 651	107,2	2080	13
Bazální v.	0	0	0	0

*Zdroj: autor*

Poslední skupinou jsou kritéria zadané slovně. Ta byla třeba kvantifikovat.

Kritérium automatizace dosahuje hodnot nižší a vyšší míra za příplatek a vyšší míra v ceně. Jako vyšší míru jsem bral v úvahu přítomnost dotykového displeje z důvodu přehlednosti při obsluze. V praxi tato podmínka nemusí být splněna, proto jsem dal vyjádření „nižší míra“ a „za příplatek“ rovno 1. Ostatním, jakožto vyššímu standardu, jsem přiřadil o něco vyšší hodnoty.

Kritérium parní prostor nabývá dvou hodnot a to ano a ne. Jelikož při existenci parního prostoru je běh zařízení plynulejší, zvýhodnil jsem v tomto kritériu parní kotle.

V kritériu platební podmínky je kladně hodnocena možnost co nejvíce rozdělit platbu a případná sleva při platbě předem. (viz tab. 7).

Tab. 7 Kvantifikovaná slovní kritéria

Výrobce	Automatizace	Parní prostor	Platební podmínky
Certuss	1	1	1,05
Loos	1,5	1,3	1,02
Bresson	1,25	1,3	1
Ideální v.	1,5	1,3	1,1
Bazální v.	1	1	1

Zdroj: autor

Na základě výše uvedených informací jsem vytvořil standardizovanou kriteriální matici (viz tab. 8), jejíž prvky jsem získal pomocí vzorce  $r_{ij} = (y_{ij} - d_j) / (h_j - d_j)$ .

Tab. 8 Kriteriální matice

	Certuss	Loos	Bresson
cena (1)	1,00	0,91	0,00
výkon (2)	0,00	1,00	1,00
zkušenosti (3)	0,33	1,00	0,00
spotřeba (4)	1,00	0,13	0,00
automatizace (5)	0,00	1,00	0,50
účinnost (6)	0,22	1,00	0,00
parní prostor (7)	0,00	1,00	1,00
záruka (8)	0,00	1,00	1,00
servis (9)	0,76	0,00	1,00
dodací lhůta (10)	1,00	0,00	0,08
platební podmínky (11)	0,50	1,00	0,00

Zdroj: autor

Pro zařízení od každého výrobce jsem vypočítal funkci užitku (viz tab. 9), kterou jsem získal sumou součinů vah kritérií a hodnot v kritériální matici podle vzorce  $u(a_i) = \sum v_j r_j$  [7]. Pro přehled jsem do tabulky zapsal i pořadí zařízení od jednotlivých výrobců podle jejich užitku.

Tab. 9 Užitek zařízení od jednotlivých výrobců a jejich pořadí

Výrobce	Užitek	Pořadí
Certuss	0,56	2.
Loos	0,74	1.
Bresson	0,33	3.

*Zdroj: autor*

Podle metody váženého součtu doporučuji uzavřít smlouvu o nákupu Parního kotle Universal, typ UL-S-IE 4.000 x 10 od výrobce Loos International.

#### 4.4 Specifikace dodávek a celkových úprav

Hlavním prvkem inovace je vybraný parní kotel. Jeho umístění jsem volil tak, aby byl co nejbližší přívodu plynu a komínu pro odvod spalin. V prostoru před kotlem musí být alespoň tolik volného místa, kolik zabírá samotný kotel bez hořáku, z důvodu čištění nebo výměny trubek vedoucích žár. Tato podmínka je splněna neboť vybraný parní kotel od firmy Loos International je dlouhý 5,45 m a délka místnosti v tomto směru je 11,9 m. Předehříváč vody také nebude tomuto účelu překážet neboť je umístěn více, než 2,5 m nad zemí a výška válce kotle je 2,415 m. Navíc trubky jsou umístěny ještě níž. Pro tento kotel bude dále nutné vybourat otvor alespoň 2,5 m široký a 3 m vysoký neboť se dodává ve smontovaném stavu. Navrhují rozšířit otvor pro vrata ve spodní části kotelny (viz obr. Xx). Otvor se po usazení kotle dozdí a vrata mohou být vrácena zpět nebo nahrazena vraty většími. Dále bude nutné pro kotel vybudovat základy.

Úpravna vody se dodává taktéž ve smontovaném stavu a nepotřebuje základy. Bude nutné vyřešit pouze její napojení do oběhu. Dopravu, montáž a uvedení do provozu zajistí dodavatel.

Plynové potrubí bude vedeno v zemi (viz výše).

Stávající komín bude využit k odvodu spalin a jeho výška (cca 40 m) zajistí dobrý rozptyl NO<sub>x</sub>. Komín bude třeba vyvložkovat.

Starý kotel, ocelový ohoz, pásový dopravník, úpravna vody a odlučovač popílku bude nutné rozřezat, vyjmout elektroinstalaci a neželezné součásti a ocelové části původního zařízení odvézt do výkupny kovů. Po konzultaci s pracovníkem projekční kanceláře tento uvedl, že náklady na materiál pro demontáž a náklady na dopravu by měl pokrýt výtěžek z prodeje oceli. Z toho plyne, že celkové náklady budou tvořit pouze náklady na práci, přičemž demontáž bude trvat cca 1 měsíc.

#### **4.5 Technicko-ekonomické posouzení návrhu**

##### **4.5.1 Odhad nákladů na strojní a stavební investice**

Kotel – cena kotle je uvedena včetně dopravy, montáže, zaškolení obsluhy a uvedení do provozu v tabulce 10.

Úpravna vody – její cena není přesně vyčíslena neboť závisí na parametrech vody a na tom, jak se liší od směrnic výrobce kotle. Pro odhad jsem použil orientační cenu, kterou mi sdělil zástupce firmy dodávající zařízení pro kotelny. Tato cena je uvedena v tabulce 10.

Komín – cena vyvložkování komína záleží na zvolené firmě a průměru potrubí. Obecně se ceny pohybují okolo 2 000 Kč/m. Výška komína je 40 m. Cena za vyvložkování celého komína je v tabulce 10.

Přívod plynu – ceny se pohybují okolo 200 Kč za metr potrubí a včetně plynoměru, uzávěru plynu, tlakové zkoušky a odvzdušnění je cena uvedena v tabulce 10.

Stavební práce – celkovou cenu za stavební práce jsem uvedl po konzultaci s pracovníkem projekční kanceláře za rozšíření vrat, zaldění otvoru po pásovém dopravníku a vybudování základů pro kotel a je uvedena v tabulce 10.

Zpracování realizačního projektu, které bude obsahovat i veškerá měření daná normou vyčíslil po konzultaci pracovník projekční kanceláře. Jeho cena uvedena v tabulce 10.

Pracnost demontáže starého zařízení a přípravy pro odvoz do výkupny kovů jsem vypočítal tak, že jsem uvažoval 22 pracovních dní po 8 hodinách při ceně práce 150 Kč/h. Celková cena pracnosti je uvedena v tabulce 10.

Nové rozvody páry, vody a ostatní náklady, které zahrnují nový přívod elektřiny atd. jsou uvedeny rovněž v tab. 10.



Tab. 10 Vyčíslení celkových nákladů na rekonstrukci kotelny (včetně DPH)

Kotel	2 768 418 Kč
Úpravna vody	142 800 Kč
Komín	120 000 Kč
Přívod plynu	10 000 Kč
Stavební práce	12 000 Kč
Zpracování realizačního projektu	170 000 Kč
Pracnost demontáže stávajícího zařízení	26 400 Kč
Nové rozvody páry, vody a ostatní	30 000 Kč
Celkové náklady na rekonstrukci	3 279 618 Kč

Zdroj: autor

#### 4.5.2 Celkové hodnocení investic

##### Stanovení ročních výrobních nákladů stávajícího zařízení

Nákup paliva včetně dopravy za rok 2006 bez DPH činil **1 515 439 Kč**.

Poplatek za znečišťování ovzduší byl vyměřen Městským úřadem v Příbrami na **23 300 Kč** za rok 2006 [14].

Odvoz odpadu jsem vypočítal z ceny 800 Kč za tunu odpadu. Tolik si účtuje firma, která pro pivovar odvoz provádí. Ze 100 kilogramů uhlí vzniká 9,51 kg odpadu. Za rok 2006 bylo dodáno 1 389 tun uhlí. Bylo tedy odvezeno 132 tun odpadu za cenu **105 675 Kč**.

Pro stanovení nákladů na mzdu pracovníka kotelny jsem použil údaj o průměrných ročních nákladech na 1 zaměstnance pivovaru. Ty činily **251 387 Kč** [15].

Náklady na spotřebu elektrické energie nebyly k dispozici. Tyto náklady však neovlivní celkové hodnocení, protože nedojde k významné změně ve spotřebě elektrické energie.

Dle informací účetního pivovaru, činily náklady na opravy a údržbu kotle průměrně **245 000 Kč** ročně.

Celkové provozní náklady kotelny bez poplatků za elektřinu a bez kalkulace oprav činí při stávajícím uspořádání ročně **2 140 801 Kč**.

##### Odhad ročních výrobních nákladů návrhu bez odpisů

Spotřeba plynu se bude odvíjet od spotřeby páry v průběhu roku, přičemž při plném výkonu kotel spotřebuje 275 m<sup>3</sup> za hodinu. Ceny plynárenských společností pro velkoodběratele jsou vícesložkové a jsou stanovovány individuálně. Pracovník projekční kanceláře mi sdělil, že náklady na palivo plynového kotle oproti uhelnému jsou obecně vyšší o cca 40 %. To by v případě stávajícího kotle činilo zhruba **2 150 000 Kč**.

Pravidelné servisní prohlídky kotle : **6 580 Kč**.

Kotel je konstruován jako tzv. bezobslužný a je vhodný pro provoz bez stálého dozoru (BosB) po max. 72 hodin. To znamená, že pracovník kotelný může být převeden do jiného úseku provozu a pouze jednou za dva až tři dny jít zkontrolovat správnou funkčnost zařízení. Tímto způsobem se ušetří značná část provozních nákladů.

Z výše uvedeného jsem určil roční provozní náklady navrhované kotelný bez odpisů na **2 156 580 Kč**.

#### **4.5.3 Způsob financování**

Vzhledem k nepříznivé hospodářské situaci pivovaru bude jedinou možností 100 % úvěr. Z jednání s pracovníci Komerční banky a.s. vyplynulo, že podklady nutné pro získání podnikatelského úvěru (EU Profi úvěr) jsou:

Žádost o poskytnutí podnikatelského úvěru.

Výpis z obchodního rejstříku.

Účetní uzávěrka včetně daňového přiznání a zprávy auditora (pokud je zpráva k dispozici) za poslední účetní období; (za poslední dvě účetní období v případě nových klientů) a aktuální rozvaha a výkaz zisků a ztrát, včetně doplňujících údajů (u klientů, kteří vedou účetnictví).

Doklady potřebné k zajištění úvěru podle charakteru zajišťovacího prostředku. 3 měsíční výpisy z běžného účtu, který měl klient veden u své předchozí hlavní banky; tyto výpisy nesmí být za období starší než 6 měsíců.

Splatnost úvěru bude pět let a ten bude zajištěn zástavním právem na budovu restaurace v areálu zámeckého komplexu, která je majetkem společnosti Pivovar Herold Březnice a.s. Čerpání finančních prostředků bude postupné, úroková sazba pevná. Za zpracování a vyhodnocení žádosti a za realizaci úvěru banka neuplatňuje poplatky.

Splátkový kalendář pro podnikatelský úvěr ve výši 3 300 000 s dobou splatnosti pět let a s pevnou úrokovou sazbou 8,5 %<sup>1</sup> je v tab. 11.

---

<sup>1</sup> Úrokové sazby se stanovují individuálně na základě posouzení předložených dokumentů. Podle informací pracovnice Komerční banky by se měla sazba pohybovat okolo 8,5%.

Tab. 11 Splátkový kalendář

Rok	Počáteční stav	Splátka	Úrok	Úmor	Konečný stav
1	3 300 000 Kč	837 427 Kč	280 500 Kč	556 927 Kč	2 743 073 Kč
2	2 743 073 Kč	837 427 Kč	233 161 Kč	604 266 Kč	2 138 807 Kč
3	2 138 807 Kč	837 427 Kč	181 799 Kč	655 628 Kč	1 483 179 Kč
4	1 483 179 Kč	837 427 Kč	126 070 Kč	711 357 Kč	771 822 Kč
5	771 822 Kč	837 427 Kč	65 605 Kč	771 822 Kč	0 Kč

<b>Výdaje na úvěr celkem :</b>	<b>4 187 135 Kč</b>
--------------------------------	---------------------

Zdroj: autor

#### 4.5.4 Rozpočet Cash – Flow

Pro výpočet Cash Flow jsem vycházel z rozvahy pivovaru Herold Březnice ke dni 31.12.2006 [13]. Novější údaje doposud nejsou k dispozici. Tato rozvaha je součástí výroční zprávy společnosti Pivovar Herold Březnice a.s.

Hospodářský výsledek společnosti za rok 2006 byl **-37 565 tis. Kč**. Odpisy za běžné období činily **59 518 tis. Kč**. Sečtením hospodářského výsledku s odpisy jsem vypočítal, že výsledné cash-flow celého podniku v roce 2006 činilo **21 953 tis. Kč**.

Pro následující výpočet doby návratnosti investice bylo potřeba stanovit cash-flow kotelny. Jelikož ze samotné produkce páry neplyne přímo žádný zisk, bylo mi doporučeno toto cash-flow stanovit jako podíl kotelny na celkovém provozu pivovaru.

- Pivovar Herold Březnice sestává z těchto úseků:
- 1) Sladovna.
  - 2) Technologická linka.
  - 3) Stáčecí linka.
  - 4) Elektrické hospodářství.
  - 5) Vodní hospodářství.
  - 6) Kotelna.
  - 7) Výroba chladu.
  - 8) Distribuce.
  - 9) Propagace.
  - 10) Finanční oddělení.
  - 11) Vedení společnosti.
  - 12) Obchodní oddělení.
  - 13) Podpůrné úseky.

Podle tohoto rozdělení jsem odvodil část cash-flow připadající na kotelnu a to **1 688 692 Kč**.

#### **4.5.5 Doba návratnosti investice**

Jelikož jsem měl k dispozici údaje pouze za jeden rok, nemohl jsem odhadnout trend vývoje cash-flow do budoucna. Proto jsem uvažoval peněžní toky v budoucích letech jako fixní. Za tohoto předpokladu jsem stanovil dobu návratnosti investice jako podíl investičního nákladu a cash-flow. Odhadovaná doba návratnosti investice je tedy **2,48 roku**.

#### **4.5.6 SWOT analýza**

Pivovar Herold Březnice je velice specifický a jeho místo na trhu je obtížné stanovit neboť se obtížně hledá srovnatelný pivovar. Podobný průmyslový pivovar s takto malým výstavem je v České republice ojedinělý. Ve SWOT analýze jsem hodnotil pivovar jako celek.

##### **1. Silné stránky (S)**

Široký sortiment speciálních piv

Nízká míra závislosti na dodavatelích ( vlastní slad, voda )

Export

##### **2. Slabé stránky (W)**

Hospodářský výsledek

Odbyt v tuzemsku

Technický stav některých úseků a objektů

##### **3. Příležitosti (O)**

Propagace v atraktivních lokalitách

Snížení provozních nákladů

Výroba nealkoholického piva

Zvýšení výstavu

##### **4. Ohrožení (T)**

Růst konkurence v regionu

Odliv odborníků

Krach

## **WO – hledání**

Nepříznivý hospodářský výsledek je možné zlepšit snížením provozních nákladů. To bude nejdříve vyžadovat zvýšení investic do zlepšení technické úrovně některých zařízení.

Vylepšení pivovaru po technické stránce umožní také zvýšit výstav.

Odbyt by se měl zvýšit po intenzivnější propagaci a například i po zavedení výroby nealkoholického piva.

## **SO – využití**

Široký sortiment speciálních piv při správné propagaci se postupně dostane do povědomí spotřebitelů.

Nízká závislost výroby na dodavatelích zajistí stabilní náklady na suroviny a tím umožní omezit růst výrobních nákladů

## **WT – vyhýbání**

Záporný hospodářský výsledek může způsobit nedostatek prostředků k udržení schopných pracovníků na odborných místech.

Dlouhodobé zhoršování hospodářského výsledku může vést až ke krachu společnosti.

Silná konkurence ze strany velkých pivovarů pronikajících do regionu převážně nabídkou výčepních piv a ležáků, působí negativně na odbyt pivovaru Herold.

## **ST – konfrontace**

Široký sortiment umožní udržet si vliv na regionálním trhu.

Dobře realizovaný exportlepší hospodářský výsledek a odvrátí nebezpečí krachu.

## 5. Diskuse a závěr

### 5.1 Diskuse

Navrhl jsem řešení renovace kotelny, kde hlavním zařízením je plynový parní kotel. Úpravnu napájecí vody pro kotel jsem navrhl přesunout do stejné místnosti s kotlem. Variantní možností by bylo přemístit do jedné místnosti s kotlem a úpravnou vody i ohřívač vody pro varnu a výměník. Takovýmto uspořádáním by vznikla volná místnost, která by mohla být využita jiným způsobem, podle potřeb pivovaru. Takováto úprava by si však vyžádala více času a vynaložených prostředků.

Další možností je instalace kotle na spalování biomasy. Největší výhodou tohoto zařízení jsou jeho velmi nízké provozní náklady. Ovšem pro tento druh kotle by zřejmě pivovar neměl dost paliva z vlastních zdrojů. Palivo by se mohlo získávat ze zbytků po údržbě zámeckého parku, případně obecní zeleně obce Březnice.

V ostatních malých pivovarech v České republice jsou v kotelně umístěny kotle alespoň dva. Je to z důvodu případného výpadku jednoho z kotlů, kdy druhý kotel funguje jako záložní. Ze zkušenosti pivovaru Herold, vzhledem k jeho nízkému výstavu, uspořádání výrobní linky a investičním možnostem, však bude stačit pouze kotel jeden.

### 5.2 Závěr

Cílem mé práce bylo navrhnout inovaci výrobní linky pivovaru Herold Březnice. Největším problémem výrobní linky se ukázal nespolehlivý zdroj tepla pro varnu a sladovnu. Ostatní zařízení jsou v lepším technickém stavu, většinou relativně nové nebo nově opravené. Vyjímkou je samotná varna z roku 1952, která však funguje spolehlivě a nevyskytují se na ní vážnější závady. V mé práci jsem se tedy věnoval řešení problému výroby páry, která probíhá v kotelně. Stávající kotel je z roku 1982 a kromě již zmíněné poruchovosti nevyhovuje také svou nízkou účinností a vysokými hodnotami škodlivin, které produkuje.

V teoretické části práce jsem se věnoval historii výroby piva na území dnešní České republiky a ve světě, popisu finálního produktu - piva, souhrnu poznatků týkajících se techniky a technologie výroby piva. Dále jsem se zaměřil na problematiku výroby páry, její historii a současnost. Na konci této kapitoly jsem popsal podrobněji princip funkce dvou možných druhů zařízení vhodných pro potřeby pivovaru Herold.

V praktické části jsem představil pivovar Herold a stručně popsal zařízení v jednotlivých úsecích provozu. V další kapitole jsem navrhl nové uspořádání kotelny, včetně potřebných stavebních a dalších nutných úprav. Na hlavní prvek nového návrhu kotelny, plynový parní kotel, jsem vypracoval výběrové řízení. Ze tří nabízených zařízení od různých výrobců jsem za pomoci metod vícekriteriální analýzy variant vyhodnotil jako nejvýhodnější variantu plynový parní kotel UL-S od výrobce Loos International. Náklady navrhovaného řešení jsem vyčíslil na 3 279 618 Kč a provedl jsem porovnání provozních nákladů současného stavu a odhadovaných provozních nákladů navrhovaného řešení. Výsledek tohoto porovnání ukázal oba provozy jako přibližně stejně nákladné, ovšem při uvažování implementace ekologické daně a limitů vypouštěných zplodin, by měl být plyn v budoucnu ekonomicky výhodnější. U nového zařízení lze také předpokládat nižší poruchovost a z toho plynoucí nižší náklady na opravy a prostoje výrobní linky. Pokračoval jsem návrhem financování investice úvěrem u Komerční banky a odhadl tak celkové náklady na investici na 4 187 135 Kč. Provedl jsem výpočet peněžních toků podniku a z jeho části připadající na kotelnu jsem určil dobu návratnosti investice na dva a půl roku. Na závěr jsem vypracoval analýzu silných a slabých stránek podniku a z ní plynoucí poznatky.

S realizací návrhu budou spojené pravidelné revize rozvodu plynu. Revize kotle, jakož i úpravny vody budou prováděny dodavatelem zařízení. Výrobce udává životnost kotle 20 let. Přínos této investice se projeví v budoucnosti především díky již zmiňované regulaci vypouštěných spalín ze strany státu, respektive Evropské unie. Dalším přínosem pro pivovar by měla být plynulejší výroba a tzv. „bezobslužný provoz“, který ušetří náklady na zaměstnance obsluhy kotle, které by se zřejmě postupně zvyšovaly. Projekt nové kotelny, společně s realizací inovace chlazení v minulém roce, by měl přispět k vyšší spolehlivosti a do budoucna i nižším provozním nákladům výrobní linky.

## Použité zdroje

- 1) KRATOCHVÍLE, A. České pivo – tradice pro 21. století, *Kvasný průmysl*, březen 2005, ročník 51, číslo 4, s. 123-124.
- 2) HARDWICK, W. A., *Handbook of brewing*, New York: Dekker, 1995, 714 s., ISBN 0-8247-8908-3
- 3) *Pivovarský kalendář 2008*, Praha: VÚPS, 2007, 330 s., ISBN 80-86576-26-4
- 4) KOSAŘ, K., PROCHÁZKA, S., aj. *Technologie výroby sladu a piva*, Praha: VÚPS, 2000, 398 s., ISBN 80-902658-6-3
- 5) CHLÁDEK, L., *Pivovarnictví*, Praha: Grada, 2007, 208 s., ISBN 978-80-247-16169
- 6) *ZVU Potez a.s.* [online]. [cit. 6.4.2008], Dostupné na: <http://www.zvupotez.cz>
- 7) *Pacovské strojírný – Trading spol. s r.o.* [cit. 6.4.2008], Dostupné na: [http://www.pstrading.cz/index.php?show=pivovary\\_01a&menu=pivovary&submenu\\_leve=pivovary\\_01a](http://www.pstrading.cz/index.php?show=pivovary_01a&menu=pivovary&submenu_leve=pivovary_01a)
- 8) *Pacovské strojírný – Trading spol. s r.o.* [cit. 6.4.2008], Dostupné na: [http://www.pstrading.cz/index.php?show=pivovary\\_03a&menu=pivovary&submenu\\_leve=pivovary\\_03a](http://www.pstrading.cz/index.php?show=pivovary_03a&menu=pivovary&submenu_leve=pivovary_03a)
- 9) VILÍMEC, L., *Stavba kotlů I*, 1. přepracované a upravené vydání, Ostrava: VŠB Technická univerzita, 2002, 118 s., ISBN 80-248-0076-4
- 10) LIBICH, V., *Parní kotle*, Brno: VUT v Brně, 1987, 197 s.
- 11) VINCENC, F., *Návrh vhodného technologického zařízení na chlazení a úpravu mladiny ve vybraném pivovaru*, diplomová práce ČZU, 2006, 59 s.
- 12) SENJUK, L., FECHNER, B., *Mezinárodní katalog kotlů*, Praha: Ústav racionalizace ve stavebnictví, 1987, 368 s., ISBN 80-900012-7-0
- 13) BROŽOVÁ, H., HOUŠKA, M., *Základní metody operační analýzy*, 1. vydání, Praha: PEF ČZU, 2003, 250 s., ISBN 80-213-0951-2
- 14) *Rozhodnutí o vyměření poplatků za znečištění ovzduší za rok 2006...*, Příbram: Městský úřad Příbram – Odbor životního prostředí, 2007, 1 s.
- 15) *Výroční zpráva za rok 2006 společnosti Pivovar Herold Březnice a.s.*, Březnice: Pivovar Herold Březnice a.s., 2007, 23 s.



## **Seznam obrázků**

- Obr. 1 Vodotrubný článkový (sekcionární) kotel
- Obr. 2 Strmotrubý parní kotel
- Obr. 3 Žárotrubný kotel plamencový
- Obr. 4 Vodotrubný kotel
- Obr. 5 Poloha Březnice na mapě České republiky
- Obr. 6 Výstav pivovaru Herold Březnice v posledních sedmi letech.
- Obr. 7 Parní kotel Slatina S 2500 U v kotelně pivovaru Herold Březnice
- Obr. 8 Současné prostorové uspořádání kotelny
- Obr. 9 Prostorové uspořádání návrhu kotelny
- Obr. 10 Parní kotel Certuss Universal SC
- Obr. 11 Parní kotel plamencový UL-S-IE 4.000 x 10
- Obr. 12 Plamencový parní kotel BK 4

## **Seznam tabulek**

- Tab. 1 Pivovarství českých zemí vývojová řada 1990 – 2006
- Tab. 2 Druhy vyráběných piv v pivovaru Herold Březnice
- Tab. 3 Saatyho matice
- Tab. 4 Porovnání zařízení dle jednotlivých výrobců
- Tab. 5 Maximalizační kritéria
- Tab. 6 Minimalizační kritéria převedená na maximalizační
- Tab. 7 Kvantifikovaná slovní kritéria
- Tab. 8 Kriteriaální matice
- Tab. 9 Užitek zařízení od jednotlivých výrobců a jejich pořadí
- Tab. 10 Vyčíslení celkových nákladů na rekonstrukci kotelny (včetně DPH)
- Tab. 11 Splátkový kalendář