

Výroba skutečného piva

Úvod	4
Historie	6
Areál pivovaru	7
Specifika pivovarnické technologie a související tepelné pochody	9
Spotřeba energie	14
Vlastní energetické zdroje	16
Investiční akce zaměřené na úsporu energií	18
Závěr	24
Zdroje	26

Úvod

V místním tisku nás zaujal článek, ve kterém vedení pivovaru informovalo veřejnost o spoustě úprav při výrobě piva, které vedly ke značným energetickým úsporám. Rozhodli jsme se navštívit benešovský pivovar a zjistili jsme, že je výroba piva daleko složitější, než jsme si mysleli.

Pivovar Ferdinand
Skutečné pivo
BENEŠOV 1867

JAK SE VAŘÍ SKUTEČNÉ PIVO

- 1) SLADOVÝ JEČMEN**
čištění, třídění a skladování
- 2) MÁČENÍ**
48 hodin se vzdušnými přestávkami se zvyšuje obsah vody z cca 14 % na 45 %
- 3) KLÍČENÍ**
ječmen se vymáčí na humna, každých 8 hodin se převrací, ječmen klíčí 4-5 dnů do teploty 25°C
- 4) HVOZDĚNÍ**
sušení sladu při teplotách 30-80°C, 2 x 24 hodin, obsah vody klesá na 4 %, slad dostává barvu a vůni
- 5) ŠROTOVÁNÍ**
slad se rozelepe na sladovou drť, pluchy, zrna zůstávají ve velkých kusech
- 6) VYSTÍRÁNÍ**
míchání sladu s vodou při teplotě do 37°C, vytváří se správné PH
- 7) RMUTOVÁNÍ**
štěpení škrobů na zkvasitelné cukry, dvouřmutový způsob:
1. řmut - 63 a 72°C, vaření,
2. řmut - 72-75°C
- 8) SCEZOVÁNÍ**
oddělení kapalného podílu (sladina) od pevného podílu (sladové máslo)
- 9) CHMELOVAR**
sladina se v kotli „okofení“ chmelem (100-200 g/l), vaří se 2 hodiny, chmel se přidává 3x a je tu horká mladina
- 10) CHLAZENÍ**
horká mladina zchlazena deskovým chladičem na zákvasnou teplotu 6°C
- 11) HLAVNÍ KVAŠENÍ**
do mladiny kvasnice a v otevřených spilkách spodní kvašení do 11°C 6-10 dnů, vzniká alkohol a uvolňuje se oxid uhličitý
- 12) ZRÁNÍ VE SKLEPÍCH**
mladé pivo se v tancích při teplotě 2-3°C dokvašuje 30-90 dnů, pivo se tak nasýtlí oxidem uhličitým a dotváří se pěnivost
- 13) KŘEMELINOVÁ FILTRACE**
odfiltrování zbývajících kvasinek a ostatních nežádoucích látek
- 14) MIKROFILTRACE**
studená pastace
- 16) STÁČENÍ PIVA**
pivo se stáčí do KEG sudů a lahví

www.pivovarferdinand.cz

Obr. 1: Postup výroby piva

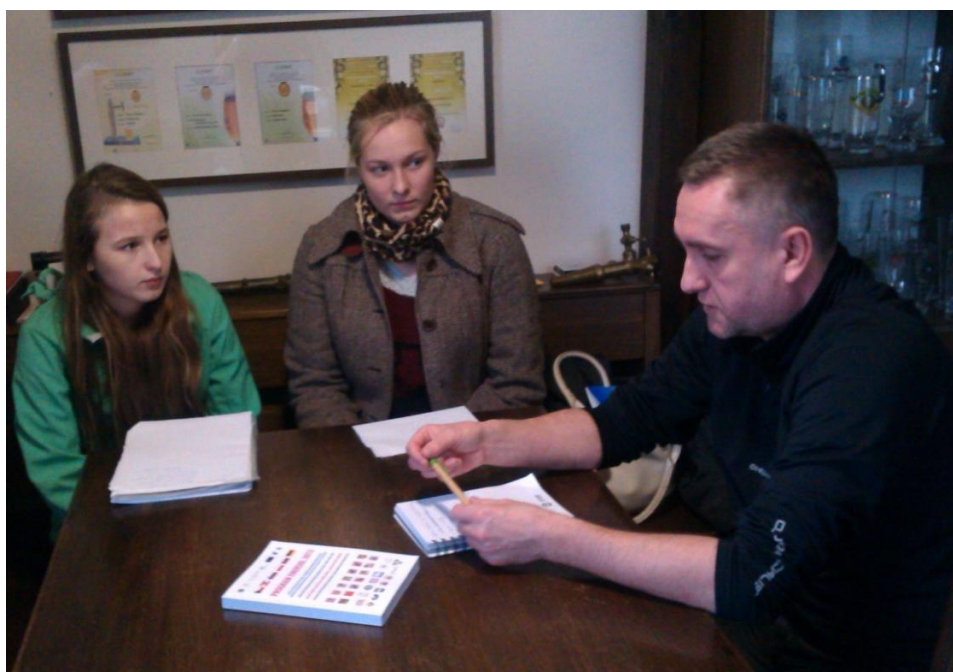
Zdroj: www.pivovarferdinand.cz

Pivo se musí vícekrát chladit a ohřívát a při tom se spotřebuje spousta energie. A tak nás zajímalo, jak si s tím poradili v pivovaru.



Obr. 2: Areál benešovského pivovaru

Foto: Autor



Obr. 3: Rozhovor se sládkem panem Lebedou

Foto: Autor

Historie

Počátek vaření piva v Benešově, především jeho odvěké kořeny zůstanou pravděpodobně neznámy. Toto původně feudální právo bylo postupně přeneseno do rukou měšťanů a od konce 14. století se toto právo stalo právem měšťanským. Další epocha přinesla úzkou specializaci ve vaření piva spojenou s přenesením procesu vaření piva z jednotlivých domácností, kde bylo většinou vařeno, do místností zvláště k tomu určených a upravených, po něž zobecňuje název pivovar.

První písemné právo vařit pivo udělil benešovským měšťanům v roce 1595 Archleb z Kunovic. Toto právo zaručovalo privilegium vaření piva "nyní i na časy budoucí a věčné svobodně bez překážky....držitelův statku a panství konopištského slady černé i pšeničné dáti sobě dělati a piva z nich černá, stará bílá, i hořká vařiti i šenkovati..."

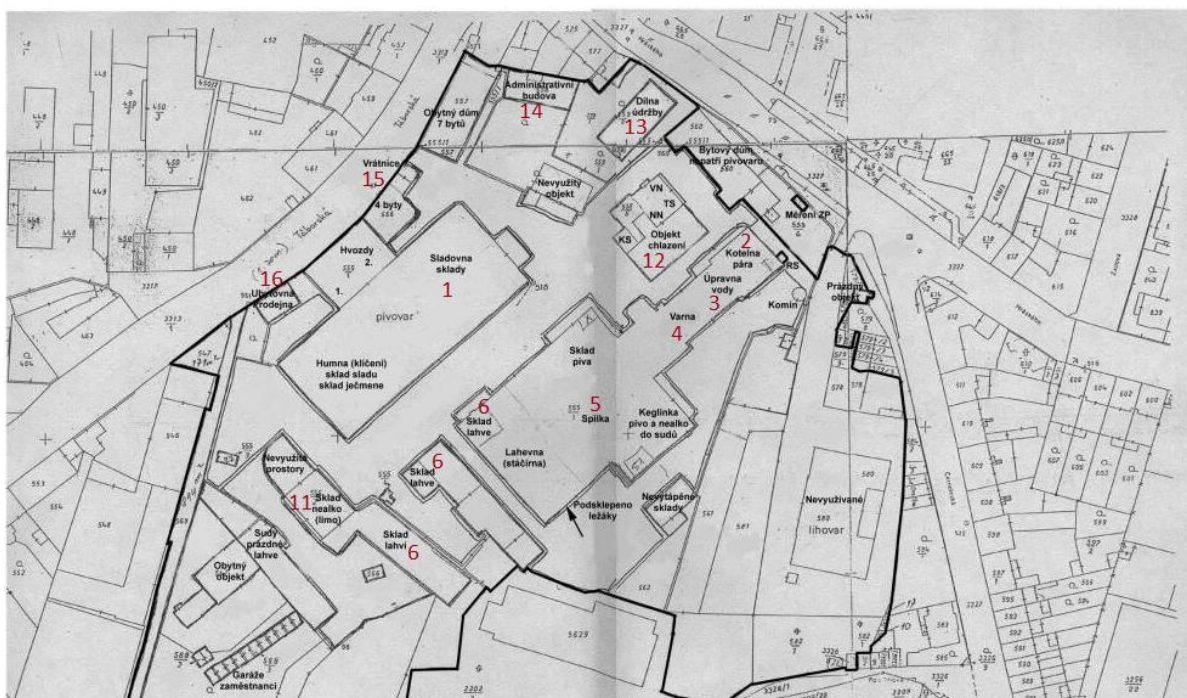
Finanční problémy donutily měšťany prodat celý závod na jaře roku 1887 novému majiteli konopištského panství Františku Ferdinandovi d'Este. V roce 1897 byly dokončeny velké přestavby, které daly základ dnešnímu pivovaru v Benešově. Po této přestavbě produkoval pivovar 50 000-60 000 hl piva ročně a to až do počátku 1. světové války. Stát, jako nový vlastník, podrobil pivovar celkové rekonstrukci. Výstav poté opět rostl a nakonec dosahoval výše 80 000 hl ročně.

V roce 1938 se v Benešově a na Konopišti konal "Celostátní první sjezd českých sládků"



Obr. 4: Budova pivovaru s letopočtem 1897 Zdroj: Energetický audit

Areál pivovaru



Obr. 5: Stručný přehled jednotlivých objektů v areálu pivovaru Zdroj: Energetický audit

1 - Sladovna

Sladovna obsahuje ucelenou technologii k výrobě sladu pro světlá piva, a to od příjmu ječmene a jeho uskladnění, čištění, klíčení, hvozdy, odkličování až po uskladnění sladu a jeho přepravu k dalšímu zpracování.

2 - Kotelna

Kotelna vyráběla teplo pro provozní účely a pro vytápění a přípravu TV. Teplo se rozvádělo po areálu ve formě středotlaké páry.

3 - Úpravna vody

Úpravna vody přímo sousedí s kotelnou a upravovala vodu pro výrobu páry. Nad úpravnou je provizorní ubytovna pro zaměstnance.

4 - Varna

Zde probíhá celý cyklus vaření mladiny. Je zde též zásobník pro předeřhev technologické vody.

Na varnu navazuje přístavek, v němž jsou nádrže na tekutý cukr a sklad křemeliny pro konečnou filtraci piva. V prvním patře na varnu navazuje spilka, v přízemní části jsou odděleny průjezdem a rampou pro výstav sudů.

5 - Spilka

Spilka je rozsáhlý objekt, v jehož podzemní části jsou ležácké sklepy pro dozrávání piva, v přízemí jsou vlastní spilky - kvasné nádrže, a dále je zde stáčírna sudů a lahví s přílehlými sklady prázdných obalů i hotové výroby. V půdním prostoru na bývalých štokách se skladují prázdné lahve.

K objektu jsou nově přistavěny kanceláře, šatny a umývárny, v prvním patře nad průjezdem jsou laboratoře a společenská místnost.

V zadní části je další přístavek, v němž je technologie stáčení sudů a část technologie stáčení lahví.

6 – Sklad **plných lahví**

7 – **Jídelna** - nevyužívá se.

8 – **Truhlárna** - nevyužívá se.

9 – Obchodní **oddělení**

10 – Sodovkárna – sklad plných lahví

11 – Sklad **nealko** - nevyužívá se.

12 – Objekt **chlazení, trafostanice**

Přes uličku od kotelny se nachází samostatný objekt kompresorového chlazení. Byla v něm umístěna strojovna chlazení - pět čpavkových kompresorů. V sousední místnosti je výměník pro předávání chladu do roztoku solanky, v zadní části je vana pro přípravu ledové vody. Je zde i hlavní oběhové čerpadlo pro rozvody ledové vody. Ledová voda a solanka se odtud rozvádí podzemním kanálem do objektu spilky a varny.

V části objektu chlazení je i trafostanice, zásobující pivovar elektrickou energií.

13 – Dílny

14 – Administrativní **budova**

15 – Vrátnice

16 – Prodejna

Specifika pivovarnické technologie a související tepelné pochody

Výroba sladu

Slad se vyrábí z vybraných odrůd sladovnických ječmenů. Úkolem sladování je aktivovat během klíčení zrna, vyvolaného jeho máčením, potřebné množství enzymů, které pak při varném procesu mění látky chemicky složitější a ve vodě nerozpustné, jako je škrob, složitější bílkoviny, celulóza aj. v látky rozpustné, tj. v jednoduché cukry a jednoduché bílkoviny, popřípadě v aminokyseliny.

Vyčištěný a vytříděný ječmen musí být uskladňován s vlhkostí nižší než 15 % a při teplotách do +20 °C a nižších, má-li se zabránit činnosti obilných škůdců a ztrátám na substanci zrna. Nižší teploty skladovací a nižší vlhkosti přispívají značně k prodloužení skladovací doby a zachovávají dobrou klíčivost ječmene až do doby sladování.

Propraný ječmen se máčí v náduvnících vodou o teplotě +10 až +12 °C po dobu 60 až 80 hodin, při výrobě tmavých sladů 80 až 120 hodin. Kyslík potřebný pro dýchání zrna se přivádí buď během máčecích přestávek, nebo provzdušňováním při máčení, sprchování a přečerpávání zrna. Dosažením požadovaného stupně domočení v mezích 42 až 48 % celkové vláhý v zrně je máčení ukončeno.

Klíčení namočeného zrna v našem případě probíhá na humnech klasické sladovny.



Obr. 6: Prohlídka sladu

Foto: Autor

Celkový proces klíčení až do stadia rozluštění, tj. zmoučnění obsahu zrna, trvá obvykle 7 dní a probíhá nejlépe při prostorové teplotě +12 až +14 °C, přičemž nejvyšší teplota v díle nemá přestoupit +18 °C. Aby se tomuto požadavku vyhovělo, slad se v určitých intervalech převrstvovává mechanickými kypřidly a provětrává vlhkým vzduchem. Zavedení umělého chlazení umožňuje dodržovat předepsané parametry i v teplých letních měsících a využívat kapacity sladovny téměř po celý rok. Produktem klíčícího pochodu je zelený slad.



Obr. 7: Klíčení namočeného zrna Foto: Autor

Na hvozdech nebo sušárnách sladu, jednolískových nebo vícelískových se za mírně vzrůstajících teplot a účinkem tahu vzduchu odstraňuje ze zeleného sladu voda z původního obsahu asi 45 % na konečný obsah 2 až 4 %. Světlé slady se hvozdí obvykle 2 x 12 hodin při dotahovací teplotě až 85 °C, tmavé slady 2 x 24 hodin při dotahovací teplotě až 105 °C.



Obr. 8: Hvozd Foto: Autor

Cílem hvozdění je zastavit všechny enzymatické pochody, které probíhaly v zrně během klíčení a usnadnit odstranění sladových kořínků na odkličovací zařízení. Přitom se současně mění chuť i barva. Odkličovaný a vyčištěný slad se pak ukládá na sladové půdě.

Skladování sladu

Slad se ukládá na sladovou půdu, která zabírá 1 patro objektu sladovny. Kapacita sladové půdy je 1 490 t sladu na ploše 1490m². Na sladové půdě se slad odleží zhruba 1 až 1,5 měsíce. Obecně čím je delší odležení, tím je slad lepší.

Po odležení se slad sbírá, čistí a pneumatically se dopravuje do půdního prostoru nad varnou.

Provozní režim sladovny

Výroba sladu představuje nepřetržitý provoz sladovny od září do června (cca 270 až 280 dní). Jedná se o velmi významný spotřebič tepla, neboť jeho spotřeba na výrobu sladu činí cca 45 až 50% z celkového vyrobeného tepla v pivovaru. V letních měsících nelze z důvodu vysokých teplot provádět klíčení, při kterém teplota nesmí překročit 18 °C.

Varna

Ve varně jsme se dozvěděli, že hlavním účelem vaření je převedení cukerných látek ze sladu do roztoku. Během vaření se též přidává chmel.



Obr. 9: Prohlídka varny

Foto: Autor

Sladový šrot se promíchá s předehřátou vodou na 37°C ve vystírací kádě a ½ se přečerpá se do rmutovací pánve. Zde se po dobu 15 až 20 minut zahřívá na cca 75 °C. Po třicetiminutové prodlevě se uvede do varu a půl hodiny se vaří. Tento proces se opakuje ještě jednou. Pak se přečerpá do zcezovací kádě. Směs se zcedí a tzv. sladina se přečerpá do mladinového kotle, zbylý šrot ve zcezovací nádrži se ještě jednou přelije horkou vodou (80 °C) a znovu zcedí. Do mladinového kotle se přidá chmelový granulát a vaří se zhruba 2 hodiny. Kotel se vytápí topným hadem vyhřívaným parou. Varný proces je řízen ručně.

Varným procesem vzniklá horká mladina se přečerpá do vířivé kádě (whirlpool) kde se tangenciálním přítokem roztočí a přitom se odloučí zbylé chmelové kaly. V následném chladiči se mladina ochladí, v prvním kroku na cca 20 °C vodou z vodovodního řádu, a v dalším kroku ledovou vodou ze strojovny chlazení na výsledných 6 - 8 °C.

Spilka

Ve spilkách probíhá vlastní kvasný proces, jedná se o hlavní kvašení mladiny vyrobené na varně, při němž se obsah cukerných látek za pomoci pivních kvasinek mění na alkohol. Pro kvašení je nutná teplota 4 – 6 °C. Během kvasného procesu se uvolňuje teplo, a proto se spilky musí chladit.



Obr. 10: Spilka

Foto: Autor

Sklepy

Probíhá zde zrání mladého piva v ležáckých tancích. V ležáckých tancích probíhá dokvašování mladého piva a pivo se obohacuje oxidem uhličitým. Sklepy jsou uměle chlazeny na teplotu 1 – 2 °C. Chlazení se provádí trubkami se solankou, vedenými pod stropem hlavních chodby. Kromě toho jsou instalovány dvě vzduchové jednotky chlazené solankou. Ventilátory se pouští převážně v noční době, kdy nejsou přítomni zaměstnanci. Prostor sklepů je odvětráván ventilátory.



Obr. 11: Ležácké tanky

Foto: Autor



Obr. 12: Ležácké tanky

Foto: Autor

Filtrace

Hotové pivo se filtruje na svíčkovém filtru s pomocí křemeliny, a pak na deskovém filtru, kde se zbaví případných zbytků křemeliny.

Pivo ze svíčkového filtru se dále filtruje na buničitých deskách.

HGB

Pivo po filtraci prochází zařízením HGB, kde dochází k drobným úpravám stupňovitosti. Zařízení se využívá při zakázkách, kdy zákazník požaduje přesnou kvalitu. Pivo se upravuje vodou z řádu, která se předtím změkčuje, odplyňuje a zbavuje případných choroboplodných zárodků ozáření UV lampou. Zařízení umožňuje též dosycování CO₂, tato funkce se zde nevyužívá.

Přetlačné tanky

Dále se již pivo přečerpává do přetlačných tanků, odkud se již přímo plní do finálních obalů (lahve nebo sudy).



Obr. 13: Plnění sudů

Foto: Autor

Spotřeba energie

Celková spotřeba energie je ovlivněna množstvím vyrobeného piva a sladu a délkou otopné sezony.

Tab. 1: Celková spotřeba energie

	Rok 2009	Rok 2010	Rok 2011
Elektřina	699 MWh/r	770 MWh/r	796 MWh/r
Plyn	609 tis.m3/r	829 tis.m3/r	658 tis.m3/r
Spotřeba energie celkem	23 254 GJ/r	30 999 GJ/r	25 271 GJ/r

Tab. 2: Průměrné, orientační provozní spotřeby tepla (dle sledování závodu):

<i>Na technologii</i>	roční spotřeba 20 000 GJ/r
<i>Na vytápění</i>	roční spotřeba 5 000 GJ/r

Z tabulky je vidět, že na technologii je potřeba přibližně 80 % z celkové spotřeby energie.

Bilance tepla pro technologii

Bilance maximálních tepelných výkonů a ročních spotřeb tepla pro instalovaná technologická zařízení na výrobu piva je zřejmá z následující tabulky:

Tab. 3: Bilance tepla pro technologii

Užití tepla	Potřebný tepelný výkon ve spotřebě maximální MW	Roční spotřeba tepla GJ/r	Potřebný tepelný výkon na kotli kW	Roční spotřeba tepla na kotli GJ/r	Roční spotřeba primárního tepla na kotli GJ/r	Roční spotřeba plynu na kotli tis.m3/r
Sladovna	1,5	9 870	1,7	10 610	12 940	380 (430)
Varna	1,0	2 990	1,1	3 210	3 916	115 (103)
Stáčírna sudů	1,0	2 285	1,1	2 460	3 000	88 (53)
Stáčírna lahví	1,7	2 155	1,9	2 317	2 830	83 (35)
Celkem	5,2	17 300	5,8	18 597	22 686	666 (621)

Bilance tepla pro vytápění a přípravu TV

V následující tabulce je bilance tepelných výkonů a potřeb tepla pro vytápění objektů a přípravu TV.

Tab. 4: Bilance tepla pro vytápění a přípravu TV

Užití tepla	Tepelný výkon vytápění kW	Potřeba tepla vytápění GJ/r	Tepelný výkon TV kW	Potřeba tepla TV GJ/r	Tepelný výkon celkem kW	Potřeba tepla celkem GJ/r
v místě spotřeby	500	3 960	30	300	530	4 260
ve výrobě tepla na kotli	555	4 230	33	330	588	4 560
v teple primárního paliva		5 158		410		5 568
v plynu přivedeném do kotle		151 tis.m3/r		12 tis.m3/r		163 tis.m3/r

Bilance tepla v areálu pivovaru

V následující tabulce je sestavena tepelná bilance pivovaru s přihlédnutím k použití údajů spotřeby plynu uvedené v předchozí tabulce. Tato bilance zhruba odpovídá skutečnosti za rok 2008.

Tab. 5: Bilance tepla v areálu pivovaru

Bilanční skupina	Teplo v místě spotřeby GJ/r	Vyrobené teplo na zdroji GJ/r	Teplo v přivedeném primárním palivu GJ/r	Spotřeba plynu tis.m3/r
Sladovna	9 720	10 805	13 177	387
Varna, spilka, sklep	2 890	3 210	3 916	115
Stáčírna sudů	1 580	1 759	2 145	63
Stáčírna lahví	1 130	1 256	1 532	45
Kotelna	1 580	1 750	2 120	62
Chlazení	216	240	293	7
Údržba	325	361	440	13
Prodejna	139	154	188	6
Správa	57	63	77	2
Distribuce	480	530	650	19
Sodovkárna	450	500	607	18
Byty	810	900	1 100	32
Administrativní budova	302	335	410	12
Celkem	19 679	21 863	26 655	781

Vlastní energetické zdroje

V areálu pivovaru byl provozován pouze jeden technologický zdroj energie, spalující ZP. Jednalo se o středotlakou parní plynovou kotelnu, kde byly instalovány celkem 3 středotlaké parní kotle, opatřené přetlakovými plynovými hořáky.

Kotle byly používány pro výrobu středotlaké technologické páry především pro technologické účely a dále pro zabezpečení areálu teplem na vytápění a přípravu TV.

Technologická pára se používala pro provoz varny, sladovny, myčky lahví, paster a ohřevy technologických vodních a sanitačních lázní.

Mimo parního technologického zdroje tepla byl v objektu dílen instalován malý teplovodní plynový kotel na vytápění objektu.

Jako další zdroj je využívána elektrická energie.

Využívání jednotlivých zdrojů je uvedeno v následující tabulce:

Tab. 6: Přehled energeticky významných výrobních technologií

Energeticky významné technologie		
Technologie	Energie	Místo
Transport ječmene - korečkový výtah - šroubové dopravníky - čistička ječmene	elektřina	Sladovna - příjem, ječmenná půda
Transport naklíčeného ječmene - korečkový výtah - nastírací zařízení	elektřina elektřina	Sladovna - humna, hvozdy
Sušení naklíčeného ječmene - hvozdy - proudění vzduchu - hvozdy - ohřev vzduchu	elektřina pára	Sladovna - hvozdy
Odkličování a čištění ječmene (sladu)	elektřina	Sladovna
Transport sladu - korečkový výtah - šroubové dopravníky - pneumatická doprava	elektřina elektřina elektřina	Sladovna - sladová půda
Drcení sladu - drtička	elektřina	Varna - půda
Vaření - vystírací kád - míchání - rmutovací pánev - ohřev - rmutovací pánev - míchání - mladinová pánev - ohřev - mladinová pánev - míchání - čerpání - akumulární nádoba - ohřev - chladič mladiny - dochlazení	elektřina pára elektřina pára elektřina elektřina pára ledová voda	Varna
Spilání - chlazení spilek - chlazení prostoru - větrání prostoru	ledová voda solanka elektřina	Spilka
Ležácké sklepy - čerpání - chlazení prostoru statické - chlazení prostoru nucené - sanitace - ohřev vody	elektřina solanka elektřina pára	Ležácké sklepy

Energeticky významné technologie		
Technologie	Energie	Místo
Stáčení sudů <ul style="list-style-type: none"> - transport - válečkový dopravník - vnější oplach - ohřev vody - vnitřní oplach - ohřev louhu - vnitřní oplach - ohřev vody - sterilizace - sanitace 	elektřina pára pára pára pára pára	Stáčírna sudů
Stáčení lahví <ul style="list-style-type: none"> - transport - válečkový dopravník - transport - myčka lahví - transport - pastér - vnější oplach - ohřev louhu - vnitřní oplach - ohřev louhu - vnitřní oplach - ohřev vody - pasterizace - ohřev vody - depaletizace 	elektřina elektřina elektřina pára pára pára pára elektřina	Stáčírna lahví
Skład plných sudů <ul style="list-style-type: none"> - chlazení 	solanka	
Výroba tepla (pára) <ul style="list-style-type: none"> - výroba páry - ventilátory hořáků - větrání kotelny - ohřev větracího vzduchu 	zemní plyn elektřina elektřina pára	Kotelna
Výroba chladu <ul style="list-style-type: none"> - solanka - výroba - ledová voda - výroba - oběh chladících kapalin 	elektřina elektřina elektřina	Strojovna chlazení
Vytápění <ul style="list-style-type: none"> - kanceláře, šatny, laboratoř - spilka - stáčírna sudů, kancelář - stáčírna lahví, kancelář, dílna - sklad plných lahví - spilka - sklad plných lahví - sklad plných lahví - stará sodovkárna - skladová hala - nealko - obchodní oddělení - kanceláře - jídelna - dřevodílna - strojovna chlazení - dílny - administrativní budova - bytový objekt 306 - bytový objekt 540 - prodejna, byt 	topná voda topná voda topná voda elektřina pára topná voda topná voda topná voda topná voda topná voda topná voda topná voda topná voda topná voda topná voda pára topná voda topná voda topná voda pára kondenzát	Jednotlivé objekty
Ohřev TUV <ul style="list-style-type: none"> - kanceláře, šatny - spilka - šatny sladovna - dílny - administrativní budova - bytový objekt 306 - bytový objekt 540 - prodejna, byt 	topná voda elektřina pára pára pára elektřina elektřina	Jednotlivé objekty

Investiční akce zaměřené na úsporu energií

Termín realizací 2011 – 2014

1 - Rekonstrukce filtrace: realizace v roce 2011

Filtrace piva je technologické zařízení, kde dochází k finální fázi ve výrobním procesu. V ležáckých tancích zraje pivo cca 2 měsíce, obsahuje velké množství živých kvasnic, které se musí z piva odstranit, aby byla zajištěna dostatečná trvanlivost piva a biologická stabilita. To se děje právě na křemelinové filtraci.

Výměnou filtrace za novou se dosáhlo úspory ve spotřebě vody, díky snadnějšímu proplachu a sanitaci celého zařízení a také ve spotřebě elektřiny, která byla nutná na ohřátí sanitačního roztoku. Sanitace probíhá při nižší teplotě, takže se uspoří i energie na chlazení sousedních prostor.



Obr. 14 a 15: Křemelinová filtrace Foto: Autor

Celková investice	1 900 000 Kč
Úspora vody	4000 m ³ /rok
Úspora elektřiny	18 MWh/rok
Návratnost	4 roky

2 - Rekonstrukce chlazení: realizace v letech 2012, 2014

VÝROBA CHLADU

Středisko chlazení slouží v pivovaru k výrobě chladu na chlazení technologických prostor a k výrobě ledové vody, která ochlazuje uvařenou mladinu. Nároky na chlad jsou samozřejmě velké především v letních měsících, kdy musí udržet konstantní teplotu na spilce a v ležáckém sklepě.

Chlad vyrábí čpavkové kompresory, které stlačují čpavek, který se tlakem prudce ochlazuje a předává tento chlad pomocí výměníku chladicímu médiu, které je následně rozvedeno na jednotlivé provozní úseky.

Zařízení má společnou kondenzační stranu osazenou odpařovacím kondenzátorem. Na výparníkové straně se toto zařízení dělí na dvě části, okruh pro chlazení ledové vody a solanky.

Chlazení ledové vody

Chlazení ledové vody probíhá v otevřené nádrži rozměrů cca 7 m (délka) x 5,5 m (šířka) x 1,7 m (výška) opatřené výparníkovými svazky z hladkých ocelových trubek.

Nepřetržitou cirkulaci chlazené vody uvnitř nádrže zajišťují míchadla. Voda je zde vychlazována na teplotu 1 až 3 °C. Páry čpavku vznikající při chlazení ledové vody jsou odsávány čpavkovými kompresory. V této části nízkotlaké strany chladicího zařízení byly instalovány dva pístové kompresory, rok výroby 1977.

Takto „vyrobený chlad“ je použit zejména pro chlazení mladiny v druhé části deskového chladiče a chlazení plováků spilek. Oteplená voda se vrací zpět do otevřené nádrže k opětovnému ochlazení.

Chlazení solanky

Solanka se chladí v kotlovém ležatém zaplaveném výparníku uvnitř svazku ocelových trubek. Kapalné chladivo se přivádí do mezitrubkového prostoru, kde se přívodem tepla z chlazené solanky vypařuje. Páry čpavku jsou odsávány čpavkovými kompresory.

V této části nízkotlaké strany chladicího zařízení byly instalovány dva pístové kompresory, rok výroby 1977.

Vychlazená solanka se používá zejména pro chlazení předsklepí, chodby, ležáckých sklepů spilky a tankovny. Jedná se o chlazení prostor, kde v převážné míře jsou použity svazky žebrovců instalované pod stropem chlazeného prostoru. Chlazení je zajištěné přirozeným prouděním vzduchu. Oteplená solanka se vrací zpět do kotlového výparníku k opětovnému ochlazení.

Celková roční spotřeba elektrická energie na strojní chlazení byla stanovena na 206 MWh/rok. Z celkového množství fakturované elektrické energie tvoří podíl 25 %.

Chladicí kompresory byly provozované bez využívání tepla přehřátých čpavkových par, čímž vznikaly zbytečné ztráty tepla, které mohly být celoročně využity především k ohřevu vody, případně i k vytápění (okrajově).

Při rekonstrukci byly vyměněny jak staré kompresory za nové tak i výměníky. Oboje s podstatně vyšší účinností, nižším objemem čpavku a tudíž i menšími náklady na spotřebu elektřiny.



Obr. 16: Dva nové kompresory

Foto: Autor

Na této fotografii je vidět, že nové kompresory jsou daleko menší než původní, na které byla dimenzována místnost.



Obr. 17: Nový kompresor

Foto: Autor

Nové kompresory jsou i šetrnější k životnímu prostředí než staré.

Celková investice	4 900 000 Kč
Úspora elektřiny	187 MWh/rok
Návratnost	7 let

3 - Plynofikace areálu, decentralizace vytápění budov, výměna oken: realizace v roce 2012

Původní stav vytápění byl, že velká plynová kotelná vytápěla tyto prostory centrálně, kde byly velké tepelné ztráty na topné vodě.

Tepelné ztráty v rozvodech tepla se skládaly ze ztrát v potrubních rozvodech a ztrát na neizolovaných armaturách.

Tab. 7: Tabulka tepelných ztrát rozvodů podle stavu postupných úprav

Stav tepelných rozvodů	Celková délka rozvodů	Vypočtené tepelné ztráty	Podíl ztrát k vyrobenému teplu
Původní stav před započítáním úprav v dodáv. tepla – neodpovídající izolace	1 664 m	2 357 GJ/r	10,5 %
Současný stav, počátky decentralizace – neodpovídající izolace	976 m	1 409 GJ/r	6,3 %
Stav rozvodů po navrhované decentralizaci – odpovídající stav izolace	976 m	422 GJ/r	2 %

Po celém areálu byl rozveden plyn a v jednotlivých budovách vybudováno zcela nové vytápění. V kancelářích a šatnách zaměstnanců byly nainstalovány plynové kotle a radiátory. Ve výrobních halách byly nainstalovány plynové zářiče.

Rozvedením plynu do všech budov se tyto ztráty prakticky odstranily.

Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí byl nevyhovující, zejména u oken a prosklených stěn se pohyboval v rozmezí 2,7-2,8 W/m²K

S tímto souvisela kompletní výměna oken za plastové, aby se zamezilo únikům tepla.

Celková investice	3 300 000 Kč
Úspora plynu	33 000 m ³ /rok
Návratnost	7 let

4 - Rekonstrukce vytápění hvozdu na sladovně: realizace v roce 2014

Hvozď na sladovně slouží k sušení naklíčeného ječmene. Zjednodušeně je to vysoký komín o rozměrech 5x5m, kde jsou dvě patra, která tvoří jemný rošt. Na tento rošt se navrství naklíčený ječmen. Zespoda se vhání teplý vzduch, který odebírá vlhkost ze zrna, která odchází komínem.

Původní technologie využívala páru z centrální kotelny jako základní teplotné médium pro ohřev parních výměníků tepla, kterými se ohřival venkovní vzduch pro sušení sladu. Nejvyšší dosahované teploty při sušení jsou 85 °C. Tato teplota je používána pouze krátkodobě a uplatňuje se až v závěru při dokončování sušení. Nejčastěji se v režimu sušení uplatňují teploty 50 – 65°C.

Opět docházelo k velkým ztrátám na parovodu zvláště při chladném počasí.

Současná technologie je založena na principu plynového hořáku, který je umístěn přímo pod hvozdem. Tím dochází k velké úspoře plynu.



Obr. 18: Izolované vzduchovody na hvozdu

Foto: Autor



Obr. 19: Fotografujeme plynový hořák Foto: Autor



Obr. 20: Plynový hořák na hvozdu Foto: Autor

Celková investice	4 900 000 Kč
Úspora plynu	150 000 m ³ /rok
Návratnost	3 roky

Závěr

Úspory energie jsou shrnuty v následující tabulce. Nezahrnují úsporu vody při křemelinové filtraci.

Tab. 8: Celkové úspory energie

Investiční akce	Úspora plynu, elektřiny	Úspora energie	Návratnost
1 - Rekonstrukce filtrace	18 MWh/rok – el. energie	205 MWh/rok	4 roky
2 - Rekonstrukce chlazení	187 MWh/rok -- el. energie		7 let
3 - Plynofikace areálu, decentralizace vytápění budov, výměna oken	33 000 m ³ /rok plynu	1730 MWh/rok	7 let
4- Rekonstrukce vytápění hvozdu na sladovně	150 000 m ³ /rok plynu		3 roky

Nejde jen o finanční úsporu, ale především o životní prostředí. Díky úspoře 205 MWh elektrické energie unikne do ovzduší méně škodlivin o množství uvedený v následující tabulce

Tab. 9: Množství znečišťujících látek v kg přepočtené na množství vyrobené energie

Typ znečišťující látky	Elektřina systémová
Tuhé látky	19
SO ₂	358
NO _x	304
CO	29
C _x H _y	29
CO ₂	237 946

Díky úspoře 1730 MWh energie vyrobené spalováním zemního plynu, unikne do ovzduší méně škodlivin o množství uvedený v následující tabulce.

Tab. 10: Množství znečišťujících látek v kg přepočtené na množství vyrobené energie

Typ znečišťující látky	kotel ZP
Tuhé látky	4
SO ₂	2
NO _x	291
CO	58
C _x H _y	343 281
CO ₂	343 281

Vzhledem k uvedeným tabulkám emisí a dobám návratnosti si myslíme, že se investice rozhodně vyplatila.

Úspora tvoří cca čtvrtinu celkové spotřeby plynu a čtvrtinu celkové spotřeby zemního plynu.

Zdroje

- ZELENÝ, Karel. *ENERGETICKÝ AUDIT AREÁLU PIVOVARU FERDINAND a.s. BENEŠOV 08/2012*

- Pivovar Ferdinand: Skutečné pivo. [online]. [cit. 2015-01-22]. Dostupné z: www.pivovarferdinand.cz

- Vlastní fotografie