

## Druhotné energetické zdroje v pivovarech a sladovnách

STANISLAV BAXA, soudní znalec pro tepelnou energetiku pivovarů a sladoven, Praha

2. část referátu *Cesty ke snížení dopadu nedostatku paliv na pivovarský a sladařský průmysl, předneseného na XX. pivovarsko-sladařském semináři v Plzni 14. 11. 1980*

Nejvýznamnější místo v druhotných energetických zdrojích v pivovarech zaujímají brýdové kondenzátory ve varnách. Přitom se nejedná o žádný převratný vynález posledních dní, nýbrž jde jen o to vrátit se k dobrému a osvědčenému starému zařízení, které bylo před 30 až 40 lety v každém pivovaru samozřejmostí.

U nás převažují pivovary se čtyřnádobovou varnou, kde se počítá se čtyřmi várkami denně. V současné době ještě převažuje 10% pivo, u něhož by mělo být při chmelovaru dosahováno alespoň 7,5 % odparu. Vezmeme-li za průměrný objem pohromadě 280 hl, znamená to, že se v takovéto varně odpaří každý den  $4 \times 0,075 \times 280 = 84$  hl mladiny. Z jednoho litru mladiny odchází ve formě brýdových par 2,261 MJ (= 540 kcal). To tedy znamená, že v uvažované varně odchází dnes bez využití párníkem do atmosféry  $2,261 \times 8450 = 18\,992,4$  MJ/24 h (= 4 536 000 kcal/24 h). Dobře konstruovaný brýdový kondenzátor pracuje s účinností 60 %, takže může vrátit 11 395,4 MJ/24 h (= 2 721 000 kcal/24 h). Tímto teplem je možno ohřívát vodu pro potřebu teplovodního hospodářství, která se dnes většinou ohřívá párou v rezervuárech, kde je možno počítat s tepelnou účinností ohřevu 72 %. V uvažované čtyřnádobové varně by tedy za těchto předpokladů bylo možno ušetřit každý den páru, která se používá v teplovodním hospodářství v množství

$$\frac{11\,395,4}{2,720 \times 0,72} = 5\,815 \text{ kg/24 h}$$

Přepočteme-li takto dosaženou úsporu na 1 hl horké sladin [předku + výstřelku] pohromadě, dostaneme se ke specifické úspoře páry

$$\frac{4 \times 280}{5\,815} = 5,192 \text{ kg páry/hl}$$

Ještě instruktivnější je přepočítat tento údaj na 1 hl výstavu. Vezmeme-li průměrnou výtratu 6,5 % a odpar 7,5 %, dostaneme se na specifickou úsporu páry

$$5,192 \times 1,04 \times 1,065 \times 1,075 = 6,182 \text{ kg páry/hl}$$

Tuto úsporu je možno zajistit vybavením mladinové pánve brýdovým kondenzátorem. Podle mých zkušeností z většiny našich pivovarů, by stálo za úvahu využívat teplo odcházející v brýdových párách nejen při chmelovaru, ale i při varu rmutů. Doba varu rmutů se u nás pohybuje mezi 25 až 30 minutami. Při čtyřech denních várkách by tedy brýdový kondenzátor u rmutové pánve pracoval  $27,5 \times 2 \times 4 = 220$  min/24 h, tj. 15,28 % denního časového fondu (brýdový kondenzátor u mladinové pánve je při době varu 90 až 120 min v provozu  $4 \times 105 = 420$  min/24 h, tj. 29,17 % denního časového fondu). Dříve uvažovanému průměrnému obsahu mladiny pohromadě 280 hl/várku odpovídají podle mých měření průměrné objemy a odpary rmutů: I. rmut objem 60,5 hl a odpar 6,4 %, II. rmut 66,6 hl a odpar 5,4 %. To představuje na jednu průměrnou várku objem odpařeného rmutu

$$60,5 \times 0,064 + 66,6 \times 0,054 = 3,872 + 3,596 = 7,468 \text{ hl}$$

a při čtyřech denních várkách  $7,468 \times 4 = 29,872$  hl odpařeného rmutu, který dnes odchází párníkem do atmosféry bez jakéhokoliv využití, což představuje denní ztrátu tepla  $2\,987,2 \times 2,261 = 6\,754$  MJ/24 h

(= 1 613 088 kcal/24 h). Při uvažované účinnosti brýdového kondenzátoru u rmutové pánve jen 50 % by se dalo z tohoto množství tepla využít  $0,5 \times 6\,754 = 3\,376,8$  MJ/24 h (= 806 544 kcal/24 h). Za analogických předpokladů by bylo ve čtyřnádobové varně zabudováním brýdového kondenzátoru do rmutové pánve možno ušetřit pro ohřev vody v teplovodním hospodářství denní množství páry

$$\frac{3\,376,8}{2\,720 \times 0,72} = 1\,723 \text{ kg páry/24 h}$$

Přepočteme-li to opět na 1 hl objemu sladin pohromadě, dospějeme ke specifické úspoře páry

$$\frac{4 \times 280}{1\,723} = 1,538 \text{ kg páry/hl}$$

což při přepočtu na výstav piva je

$$1,538 \times 1,04 \times 1,065 \times 1,075 = 1,832 \text{ kg páry/hl}$$

Kdybychom tedy uvažovanou průměrnou čtyřnádobovou varnu, která uvaří čtyři várky za den o objemu jedné várky pohromadě 280 hl, vybavili hrýdovými kondenzátory pro mladinovou i rmutovou pánev, bylo by možno ušetřit v přepočtu na 1 hl výstavu piva

$$6,182 + 1,832 = 8,014 \text{ kg páry,}$$

kteou by jinak musela kotelna dodat teplovodnímu hospodářství. Jde tedy o množství tepla, které jako druhotný energetický zdroj stojí za využití k vylepšení palivo-energetické bilance pouze za cenu investice na brýdové kondenzátory.

Důvody, pro které byly postupně z našich pivovarů brýdové kondenzátory odstraňovány, jsou v podstatě dva. Předně se začaly odstraňovat ve válečných a poválečných letech, kdy bylo velmi obtížné zajišťovat jejich údržbu a větší opravy. Výroba dobrého typu brýdového kondenzátoru byla v padesátých letech zastavena a vyráběl se, i když jen sporadicky, podstatně méně vyhovující brýdový kondenzátor zabudovaný přímo do párníku. Jeho konstrukce znemožňovala čištění, takže obvykle po několika letech bylo jej nutno z párníku demontovat, jelikož zanesením teplosměnných ploch prakticky přestal ohřívát vodu a navíc zvýšením odporů se prudce snižovaly odpary. Situace se obrátila k lepšímu až v posledních dvou letech, kdy se podařilo získat nové výrobce kotlového výměníku pro brýdový kondenzátor OP Strojbal, závod Pacov. Použitím tohoto výměníku je možno poměrně jednoduše sestavit z běžně dosažitelných dílců moderní brýdový kondenzátor. Tento brýdový kondenzátor se staví do horního podlaží nad varnou v blízkosti párníku, z něhož se vyvede trubka přes lapač kapek do vlastního výměníku, který má tvar ležatého válcového kotle s trubkovými teplosměnnými plochami. Brýdy proudí okolo trubek, trubkami prochází ohříváná voda. Brýdové páry jsou výměníkem prosávány ventilátorem, který je vrací zpět do párníku. Mezi výstup brýd z párníku k výměníku a jejich návrat do párníku se umísťuje klapka, která je při provozu kondenzátoru uzavřena. V etapách várky, kdy nenastává odpařování, není brýdový kondenzátor v provozu, klapka v párníku je otevřena a páry odcházejí vlastním tahem párníku do atmosféry. Brýdový kondenzátor tedy není závislý na

atmosférických podmínkách a navíc vytváří v pánvi podtlak, takže zvyšuje odpor.

Domnívám se, že by se postupně měly varny jednotlivých pivovarů vybavovat těmito brýdovými kondenzátory, abychom již přestali s luxusem vypouštění tepla do volného prostoru, který je v evropských pivovarech ojedinělý.

Dalším druhotným energetickým zdrojem ve varnách je citelné teplo vraceného kondenzátu. Teplota kondenzátu za varnými pánvemi je jen několik stupňů pod bodem varu a často dokonce tento kondenzát obsahuje ještě část nezkondenzované páry, dnes v průměru 10 až 15 %. Tohoto tepla lze výhodně využít v kondenzátových výměnících pro přehřívání varní vody nebo ostatní technologické, či sanitační vody, popř. k ohřevu vody pro vytápění. Kondenzátové výměníky by se zabudovaly do kondenzačního potrubí co nejbližší za kondenzačními hrnci varných pánví. Značnou úsporu tepla by přinesly kondenzátové výměníky zejména ve velkých pivovarech, kde jsou poměrně dlouhé cesty kondenzátu zpět do kotelny, takže se natolik ochladí, že jeho teplo pro napájení se stává bezvýznamným. V ostatních pivovarech je to otázka kalkulace. Problém je tč. v tom, že kondenzátové výměníky se u nás nevyrábějí.

V pivovarech, které používají plynové nebo uhelné varní pánve, by mělo být vždy využíváno teplo ze spalin za pánvemi. Že nejde o malé množství tepla, je možno ukázat na příkladu rmutomladinové pánve v pivovaru Prazdroj, která je otápěna svítiplynem. Při kontrolní výměře, kterou jsem v této pánvi před několika lety sledoval, jsem zjistil průměrnou odpadní teplotu spalin za celou várku 471 °C. Pánev je vybavena spalinovým výměníkem, v němž se přehřívá voda a teplota spalin, opět v průměru za celou várku byla za výměníkem 204 °C. To znamená, že se přes 50 % citelného tepla spalin využívá pro potřeby teplovodního hospodářství. Spalinové výměníky činí dnes varnu v uvedeném pivovaru prakticky tepelně soběstačnou. V současné době máme v ČSSR 9 pivovarů, které používají plynových pánví a pravděpodobně budou plynofikovány i některé dnešní pánve uhelné. Vždy by měla být zvážena možnost využívání odpadního tepla spalin pro ohřev vody. I v těchto případech se získá teplo jen za cenu investice, avšak, a to je z celospolečenského hlediska nejdůležitější, z vlastních zdrojů.

#### Druhotné energetické zdroje ve sladovnách

Jestliže varna představuje v pivovarech zhruba 40 % spotřeby tepla závodu, blíží se ve sladovně hvozdu 90 % a někdy je i překračuje. Hvozdy však pracují s poměrně nízkými provozními teplotami. Proto do nedávna nikdo využívání druhotných energetických zdrojů ve sladovnách vážně neuvažoval. V posledních několika letech se v souvislosti se světovou energetickou krizí začali energetici zabývat i možnostmi využívat i tzv. nízkopotenciálních zdrojů tepla. Hvozdy mezi ně rozhodně patří, poněvadž teplota nasyceného vzduchu odcházejícího z hvozdu je poměrně nízká. Pracuje se zato však se značnými objemy sušícího média (převážně vzduchu), takže za určitých předpokladů je využívání tepla na hvozdech nejen možné, ale dokonce velmi žádoucí.

V podstatě je možné teplo na hvozdech vyžívat tím, že nasycený vzduch z lísky (u dvojliskového hvozdu z horní) prochází rekuperátorem, kterým se zároveň přivádí venkovní studený vzduch. Na teplosměnných plochách rekuperátoru, které jsou tvořeny trubkami z borosilikátového skla, se předává teplo mezi oběma médii a venkovní studený vzduch se přehřívá nasyceným vzduchem, takže v ohřivači vzduchu, do něhož přichází již částečně přehřátý, se již pouze dohřívá na požadovanou teplotu. Tím je za optimálních podmínek umožněno dosáhnout úspory až 25 % tepla.

Pro lepší objasnění uvádím v tabulce průměrné teploty pod lískou (dolní) a nad lískou (horní) v průběhu celého procesu od 11 kontrolních hvozdní na různých hvozdech.

Tabulka

Hvozdy	Teploty °C	
	pod lískou	nad lískou
Jednoliskové parní	62,1	43,87
Dvojliskové:		
— nepřímé plynové	60,9	22,53
— přímé plynové	73,6	27,73
— nepřímé uhelné	77,7	25,56
— nepřímé parní	63,5	24,50
Celkové průměry:		
— jednoliskové	62,1	43,87
— dvojliskové	68,9	24,46

Na jižní Moravě je průměrná teplota venkovního vzduchu v průběhu 24 hodin za měsíce září až červen asi +7 °C. V severních oblastech ČSSR je možno tuto teplotu odhadnout na +5 °C, takže průměrná teplota pro naše území by mohla být asi +6 °C. Z tabulky vychází průměrná teplota vzduchu pod lískou 68 °C. V ohřivačím zařízení hvozdu je tedy v průměru nutno ohřívát vzduch ze 6° na 68 °C, tj. o 62 °C. U jednoliskového hvozdu odchází z lísky nasycený vzduch s průměrnou teplotou asi 44 °C. Z toho by bylo možné získat asi polovinu pro přehřívání vzduchu, tj.  $44 \times 0,5 = 22$  °C. Vzduch by se tedy v rekuperátoru přehřívá z 6 na 22 °C a v ohřivačím zařízení hvozdu by se dohřívá již jen o  $68 - 22 = 46$  °C. Tím by se tedy mohl ušetřit ohřev vzduchu o  $62 - 46 = 16$  °C, což představuje 25,8 %. U dvojliskových hvozdu odchází z horní lísky nasycený vzduch o průměrné teplotě asi 24 °C. Vezmeme-li i zde v úvahu 50 % využití teploty pro přehřívání jako v předchozím případě, tj.  $24 \times 0,5 = 12$  °C, znamenalo by to, že vzduch by se musel v ohřivačím zařízení hvozdu dohřívát o  $68 - 12 = 56$  °C. Tím by bylo možné ušetřit ohřev vzduchu o 62 až  $56 = 6$  °C, což představuje 9,7 %. Tyto hodnoty byly zvoleny pouze jako příklad pro objasnění této problematiky. Stupeň přehřátí vzduchu v rekuperátoru závisí na velikosti teplosměnné plochy, resp. specifické teplosměnné plochy. Při zvětšování teplosměnné plochy by se sice zvyšovalo využití k vyššímu přehřátí vzduchu, avšak za cenu růstu pořizovacích nákladů, přičemž vzájemná vazba není lineární. Prospekty zahraničních firem, zabývajících se stavbou rekuperátorů pro hvozdy, uvádějí možnost dosažení úspor tepla rekuperací v mezích 28—35 %. Tento údaj považuji za příliš optimistický. Domnívám se, že pro naše poměry by bylo dobrým výsledkem dosažení úspor u jednoliskových hvozdu 20 až 25 % a u dvojliskových hvozdu 10 až 15 %.

Způsob využívání odpadního tepla hvozdu v rekuperátorech pro ohřev sušícího vzduchu se stává pro československý sladovnícký průmysl v současné době velmi aktuální. V důsledku silně zpřísněných podmínek zahraničních partnerů na obsah nitrosaminů ve sladu bude nutno v Obchodních sladovnách postupně rekonstruovat dnešní přímotopené plynové hvozdy na nepřímý otop. Přechodem z přímého otopu na nepřímý se však zvýší spotřeba plynu o 20 %. Postupným zavedením rekuperátorů pro přehřívání vzduchu na jednotlivých hvozdech bude tento 20% nárůst spotřeb plynu možno vykompenzovat úsporami získanými přehříváním vzduchu v rekuperátorech. V n. p. Obchodní sladovny v Prostějově byla v tomto roce ustavena komplexní racionalizační brigáda, která se zabývá vývojem a výstavbou prototypu re-



kuperátoru pro jednolískový hvozď o ploše lístky 166 m<sup>2</sup>. Rekuperátor bude v rámci antiimportních opatření, vyhlášených vládou ČSSR, kompletně vyvinut a postaven z tuzemských dílců a zařízení. Tím vznikne velká devizová úspora, poněvadž v současné době je možné podobné rekuperátory dovážet výhradně z kapitalistické ciziny za tvrdou měnu. Konstrukci i výrobu rekuperátoru zajistí vlastními silami n. p. Obchodní sladovny za účinné pomoci generálního ředitelství pivovarů a sladoven v Praze.

Na základě zkušeností, které budou získány se zmíněným prototypem a po osvojení výroby se předpokládá postupné vybavování hvozďů těmito rekuperátory, počínaje velkými hvozďy, přičemž rekuperátory se uplatní jak na hvozdech plynových, tak parních i uhelných.

Další možností úspor tepla na hvozdech představuje modernizace topenišť, především plynových, u nichž je možno snižováním odpadního tepla spalin zvyšovat tepelnou účinnost a snižovat specifické i absolutní spotřeby plynu. Dnes existují ve světě plynová topeniště, rozdělená do sekcí, u nichž se v sekci s nejvyššími teplotami používá trubek ze žárovzdorné vysokolegované oceli, v další sekci jsou trubky z oceli nízkolegované, v následující sekci trubky z kotlové oceli a konečně v poslední sekci, kde se pracuje s relativně nízkými teplotami, se používají trubky z borosilikátového skla. Jestliže se dnes taková hvozďová topeniště vyrábějí pouze ve státech s tvrdou měnou, domnívám se, že po osvojení výroby rekuperátorů bude možno u nás přistoupit k vývoji takového topeniště, kterým se nejen uspoří teplo, ale navíc i devizy, které by se dnes musely vynaložit na dovoz.

Podobně jako u varen by bylo možné u parních hvozďů využívat citelné teplo kondenzátu v kondenzátovém výměníku pro ohřev vody, a to buď máčecí vody v zimním období, anebo vody užitkové.

## Závěr

V referátu jsem poukázal na hlavní možnosti získání úspor tepla v pivovarech a sladovnách, a to především na rozhodujících úsecích. Zvlášť důležité je, aby se v co nejširším měřítku a co nejrychleji začalo systematicky využívat druhotných energetických zdrojů. První vlaštovky už tady jsou, ať už je to rozhodnutí o vybavení všech varních pánví v pivovaru Staropramen v Praze-Smíchově brýdovými kondenzátory, anebo rozhodnutí o postavení prototypu rekuperátoru pro velký jednolískový hvozď v Obchodních sladovnách, závod Hodonice. Důležité v obou případech je i to, že realizace by měla být v příštím roce a zařízení nebude vyžadovat žádný dovoz. Pro realizaci dalších záměrů pro úspory paliv a energií však bude v oboru pivovarů a sladoven třeba vytvořit potřebné předpoklady technické, kádrové a materiální. Dnes se ukazuje, že taková zařízení si bude obor muset zajišťovat vlastními silami. Dané úkoly na poli získávání úspor paliv a energií však plnit musíme nejen proto, že je to nařízeno, ale především proto, že se to stává pomalu, ale jistě existenční otázkou.

Úkol šetřit palivy a energií je nejen úkolem hospodářským, ale především úkolem politickým. Velkou pozornost mu věnovalo 13. zasedání ÚV KSČ z března minulého roku, které se zabývalo zemědělstvím a potravinářským průmyslem. Považuji za vhodné připomenout i na tomto místě usnesení z tohoto zasedání, kde se v bodu 10 říká: „Napjatost v palivoenergetické bilanci vyžaduje mnohem energičtější a důslednější realizovat úsporná opatření v zemědělství a v potravinářském průmyslu a vnést pořádek do hospodářného využití všech zdrojů energie.“ V tomto bodu se k energetice vrací usnesení ještě jednou velmi důležitou větou „Současně propracovat možnost využití netradičních zdrojů ener-

gie.“ Tyto myšlenky by se měly stát kategorickým imperativem pro všechny hospodářské pracovníky pivovarského a sladařského průmyslu.

**Baxa, S.: Cesty ke snížení dopadu nedostatku paliv na pivovarský a sladařský průmysl. Druhotné energetické zdroje v pivovarech a sladovnách.** Kvas. prům., 27, 1981, č. 5, s. 104—107.

Limitujícím faktorem rozvoje jednotlivých sektorů národního hospodářství se stává energetika. Narůstající nároky na paliva je možno krýt jen využíváním vlastních skrytých rezerv, racionalizací a využíváním druhotných energetických zdrojů. Získávání přehledů o spotřebách tepla pivovarů, provádění tepelných prověrek jednotlivých pivovarů, porovnávání agregátů, provozů a závodů mezi sebou. Srovnávání tepelné účinnosti a specifických spotřeb tepla varen a hvozďů. Možnosti dosahování úspor tepla u varních pánví, teplovodního hospodářství, hvozďů a vytápění. Druhotné energetické zdroje v pivovarech — brýdové kondenzátory, kondenzátové výměníky a spalínové výměníky. Druhotné energetické zdroje ve sladovnách — rekuperátory na hvozdech, modernizace topenišť, kondenzátové výměníky za parními hvozďy. Zavádění využívání druhotných energetických zdrojů v čs. pivovarském a sladařském průmyslu.

**Бака, С.: Как ослабить влияние дефицита топлива на работу пивоваренно-солодильной промышленности.** Квас. прум. 27, 1981, № 5, стр. 104—107.

Фактором, лимитирующим развитие многих отраслей народного хозяйства является в последнее время все чаще недостаток энергии. Для удовлетворения непрерывно повышающихся требований к снабжению топливом и энергией необходимо во всех отраслях промышленности мобилизовать существующие резервы, рационализировать производственные методы и использовать вторичные источники энергии. В статье перечисляется ряд задач, требующих внимания. Это напр.: Сбор информации о расходе тепловой энергии в пивоваренных заводах, обследование состояния теплового хозяйства на заводах, сравнение отдельных установок и заводов между собой. Сравнение теплового коэффициента полезного действия и удельного расхода тепла в разных вариантах и солодосушилках. Расход энергии можно снизить при обогреве сушловарочных и заторных котлов, в водном хозяйстве заводов, в солодосушилках и в системах центрального отопления. Вторичными источниками энергии являются на пивоваренных заводах: конденсаторы вторичного пара, конденсаторные теплообменники, теплообменники, использующие продукты сгорания. На солодильных заводах к главным источникам принадлежат рекуператоры солодосушилок и конденсаторные теплообменники. Значительную экономию может дать модернизация топков. Показана степень использования вторичных источников энергии в чехословацкой пивоваренно-солодильной промышленности.

**Baxa, S.: How to Minimize Effects of Fuel Shortage on Breweries and Malt Houses. Secondary Sources of Energy** Kvas. prům. 27, 1981, No. 5, pp. 104—107.

Energy is becoming rapidly the most important limiting factor of further development of many branches of national economy. To satisfy increasing energy consumption it is necessary to mobilize all existing reserves, rationalize manufacturing processes and utilize secondary sources of energy. The article deals with a number of problems which must be given due priority, as: Collecting information on energy and heat consumption in breweries and malt houses. Inspection of installations and

comparison of their efficiency. Efficiency of various types of brewhouses and malt kilns. Comparison of their specific heat consumption. Reduction of heat consumption by wort coppers, in water service, kilns and central heating installations. Secondary energy sources in breweries: vapour condensers, heat exchangers cooling condensate, heat exchangers utilizing energy of combustion products. Secondary energy sources in malt houses: recuperators in kilns, modernized furnaces and heat exchangers cooling condensate behind steam kilns. Practical steps to an efficient utilization of secondary energy sources in Czechoslovak brewing and malting industry.

**Baxa, S.: Wege zur Verminderung der negativen Auswirkungen des Brennstoffmangels auf die Brau- und Malzindustrie. Sekundäre Energiequellen in Brauereien und Mälzereien.** Kvas. prům. 27, 1981, No. 5, S. 104—107.

Die Energetik ist zu einem limitierenden Faktor der einzelnen Sektoren der Volkswirtschaft geworden. Die anwachsenden Anforderungen an Brennstoffe können nur bei Ausnützung eigener potentieller Reserven

jeder einzelnen Industriebranche bei intensiver Rationalisierung und Eröffnung sekundärer Energiequellen gedeckt werden. In dem Artikel werden folgende Wege und Möglichkeiten der Energieeinsparungen in der Brau- und Malzindustrie behandelt: Erstellung von Übersichten des Wärmeverbrauchs einzelner Brauereien, Durchführung von Kontrollermittlungen und Messungen in Brauereien, energetische Betriebsvergleiche, Vergleiche des wärmewirtschaftlichen Niveaus einzelner Aggregate, Vergleiche der wärmewirtschaftlichen Effektivität und des spezifischen Wärmeverbrauchs in den Bereichen Sudhaus und Darre. Möglichkeiten der Erzielung von Wärmeeinsparungen bei den Sudpfannen in der Warmwasserwirtschaft, auf den Darren und bei der Beheizung der Objekte. Sekundäre Energiequellen in den Brauereien — Brüdenkondensatoren, Kondensat- und Abgasaustauscher. Sekundäre Energiequellen in den Mälzereien — Wärmerückuperation auf den Darren, Modernisierung der Feuerungsanlagen, nach den Dampfdarren eingeschaltete Kondensatoren, Kondensat- und Abgasaustauscher. Einführung der Ausnützung sekundärer Energiequellen in der tschechoslowakischen Brau- und Malzindustrie.