

V tomto roce oslavuje ZVÚ, n. p., Hradec Králové 110. výročí svého založení. Rozvoj československého pivovarského průmyslu je nerozlučně spjat s historií i vývojem našeho podniku, pro který výroba a dodávky pivovarských zařízení představují jeden z nosných výrobních programů již od konce 1. světové války. Díky mnohaleté výrobní tradici, projekčním a konstrukčním zkušenostem bylo vždy pivovarské zařízení reprezentantem technického pokroku, kvality, hospodárné výroby a spolehlivého provozu. Do letošního roku dodal n. p. ZVÚ celkem 170 kompletních pivovarů do 30 zemí světa. Kromě těchto investičních celků byla dodána řada kompletních varen, kvasných kádí, ležáckých tanků a dalších kompletujících zařízení.

V období po 2. světové válce zajistil n. p. ZVÚ rozvoj pivovarského průmyslu ve Slovenské socialistické republice dodávkou 6 kompletních pivovarů o kapacitě 300 000 až 600 000 hl/rok. V České socialistické republice byl uveden do provozu v roce 1970 největší z poválečných pivovarů o kapacitě 900 000 hl/rok v Nošovicích. Nejmodernějším v tuzemsku vybudovaným investičním celkem je pivovar Most-Sedlec o kapacitě 600 000 hl/rok, uvedený do provozu v roce 1976. Kromě toho byla provedena rekonstrukce provozních souborů zejména v exportních pivovarech jako je Prazdroj a Gambrinus Plzeň, Staropramen Praha a Velké Popovice.

Při projektování a konstrukci jednotlivých strojů a zařízení se v úzké spolupráci s československým pivovarským průmyslem snaží n. p. ZVÚ aplikovat nejnovější výsledky vědy a techniky a tak zabezpečovat efektivní výrobu zařízení, jejich hospodárný a bezporuchový provoz a produkci kvalitního výrobku. O výsledcích této činnosti bude informovat časopis Kvasný průmysl v několika odborných článcích.

## Současná koncepce strojů a zařízení pro velkokapacitní pivovary

683.4.013

Ing. MIROSLAV BARTOŇ, Ing. FRANTIŠEK KRÁL, ZVÚ, n. p., Hradec Králové

### 1. Úvod

Poslední období ve výstavbě komplexních pivovarů i v konstrukci jednotlivých strojů a zařízení je charakterizováno zvýšenými požadavky na ekonomicky výhodnou investiční výstavbu i na efektivní provoz. Vedle těchto požadavků musí pivovarští technologové i konstruktéři respektovat zvyšující se nároky konzumentů na kvalitu piva. Toto vše je příčinou, že pivovarský průmysl zaznamenává dosti značné změny v technologii piva. Je zcela přirozené, že změnám technologie odpovídají i změny v projekčním uspořádání i v konstrukci jednotlivých aparátů.

Obecně je možno charakterizovat vývojový trend posledních let snahou o zvyšování ročního výstupu piva, neboť velikost 500 000 hl piva/rok je základní velikostí řady pivovarů se zvýšeným podílem výstupu piva v lahvičkách a zvyšováním průměrné stupňovitosti vystavovaného piva. Při návrhu pivovarů těchto velikostí je nutno zvláště perspektivně a pečlivě řešit příjem materiálu, dispoziční provozních souborů ve vztahu k toku materiálu, expedici výrobků a otázky životního prostředí. Základem řešení je snaha zmenšovat plochy závodů na co nejmenší rozlohu při zachování optimální funkčnosti a perspektivní možnosti rozšíření zejména na úseku kvasných prostorů a stáčírén. Dispoziční návaznost

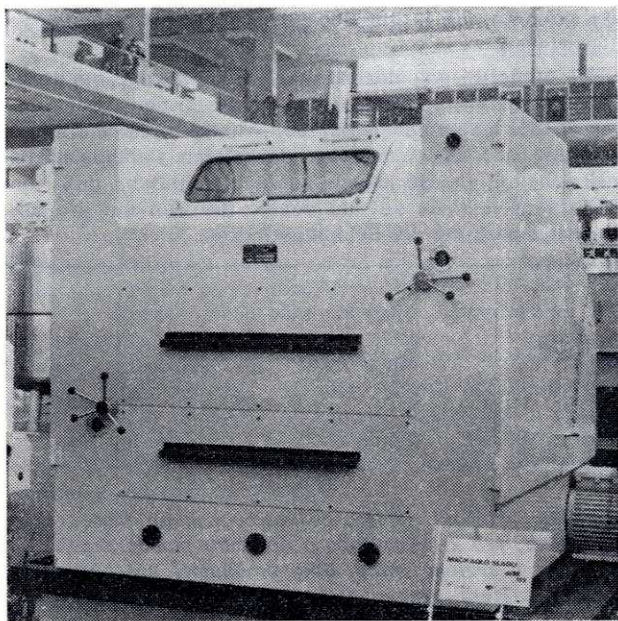
jednotlivých souborů spočívá v jejich seřazení v linii podle toku materiálů, přičemž související výrobní soubory jsou soustředěny do samostatných výrobních bloků, na které vhodně navazuje automobilová i železniční doprava. V dalším se pokusíme o krátkou informaci o výsledcích práce a vývojových záměrech konstruktérů a projektantů na úseku hlavních provozních souborů, které náš podnik pro pivovary zajišťuje.

### 2. Zařízení šrotovny

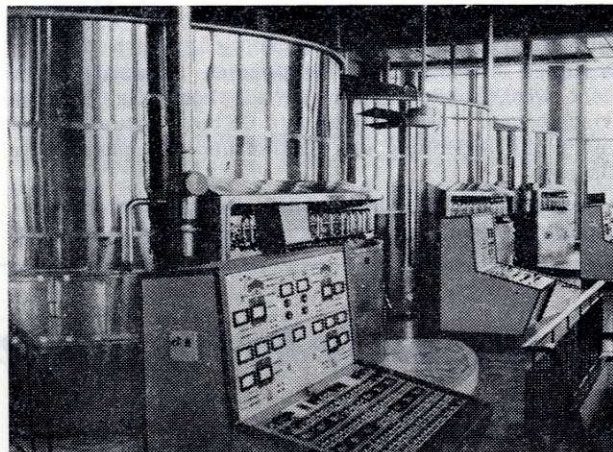
Volba systému šrotování sladu, tj. suchého či mokrého způsobu, zůstává stále otevřená a z hlediska známých realizací je podíl obou způsobů zhruba vyrovnaný. Oba systémy mají své přednosti i nedostatky, zastánce i odpůrce, a tak je nutno vycházet vždy z konkrétních podmínek výstavby. V obou případech je nezbytnou podmínkou zpracování vyčištěného, tj. cizích příměsí zbaveného, sladu.

Nespornou výhodou mokrého šrotování je úspora investičních nákladů, neboť odpadá minimálně jedno podlaží šrotovny, protože šrotovník je možno umístit na úroveň rmutovystíracích pánví. Dále odpadá manipulace se suchým šrotem a tedy i problémy s jeho rozprachem a systém dopravních cest a zásobníků šrotu. Vzhledem k tomu, že při šrotování sladu je současně připravována





Obr. 1. Šrotovnik 6-VM-125 oceněný „Zlatou Salimou 1979“



Obr. 3. Spádová varna typu RS v pivovaru Nošovice

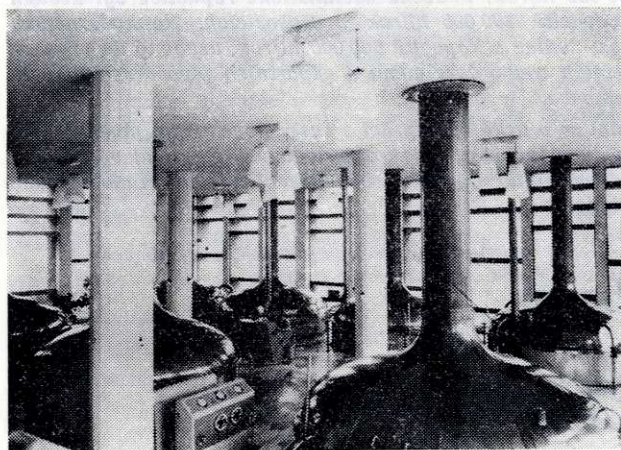
Kromě klasických varen, jejichž škála je obsáhlá z hlediska velikosti i možností kombinací uspořádání, máme ve svém běžném výrobním programu i varny spádové. Obě tyto varianty jsou konstrukčně i projekčně zpracovány do velikosti jmenovitého varu 500 hl studené mladiny/várku. Ve vztahu ke klasickému provedení varny přináší spádové uspořádání, při kterém jsou jednotlivé nádoby uspořádány v samonosném vertikálním bloku, úsporu asi 35 % zastavěné plochy a asi 41 % obestavěného prostoru. Tyto úspory se následně promítají do snížení stavebních investic. Spádové uspořádání je vhodné zejména pro rekonstrukce dosavadních provozů, kdy je úkolem zvýšit roční produkci a je k dispozici pouze omezený prostor.

Dalším typem vyráběných varen jsou tzv. jednopodlažní varny. První provozní realizace tohoto typu varny o velikosti jmenovitého varu 500 hl byla uskutečněna v pivovaru Most. Návrh jednopodlažní varny vychází ze snahy uspořádat její jednotlivé nádoby včetně souvisejících provozních souborů (šrotovna, chlazení mladiny, teplovodní hospodářství) v jednom podlaží. Při porovnání s klasickým provedením přináší toto uspořádání opět výrazné snížení stavebních investic, dané snížením zastavěné plochy asi o 22 %, obestavěného prostoru asi o 66 % při současně nižších požadavcích na únosnost stavby.

Pro velkokapacitní pivovary o roční výstavu 1 000 000 hl piva a výše jsme přistoupili k vývoji jednopodlažní varny o jmenovitém varu 1000 hl. Je přirozené, že nová varna s podstatným zvýšením výkonu si vyžádá vývoj řady strojů i konstrukčních prvků včetně řešení souvisejících provozních souborů. Odzkoušení prototypu předpokládáme v průběhu příští pětiletky v pivovaru Velký Šariš. Při návrhu každého uspořádání varny se snažíme o maximální využití odpadní tepelné energie vznikající při technologickém pochodu. Svým podílem 40 % z celkové spotřeby tepla představuje varna rozhodující spotřebič v pivovaru. Při použití klasického dvourmutového technologického postupu a při použití syté páry 0,4 MPa jako topné médium vychází spotřeba páry vztahovaná na 1 hl studené mladiny na 41 kg/hl. K tomuto množství je nutno připočíst spotřebu horké vody o teplotě 80 °C ve výši 1,32 hl/hl. Pokud nevyužijeme odpadní tepelné energie k získání této vody a pouze část vody o teplotě 50 až 55 °C budeme získávat v deskovém chladiči chlazením mladiny ze stoků, spotřebujeme navíc asi 13 kg páry/hl. Celková spotřeba potom stoupne na 54 kg/hl.

Přitom jsou k dispozici zdroje, ve kterých je možno získat horkou vodu o teplotě 80 °C:

— brýdové páry při chmelovaru  
(odpar 10 %/h po 2 h) 0,415 hl/hl



Obr. 2. Klasická varna v pivovaru Velký Šariš

vystírka o teplotě 52 °C, lze při použití rmutovystíracích pánví zvýšit denní počet várek ve varně asi o 10 %. Na druhé straně je třeba otevřeně říci, že se nám jakožto jednomu z výrobců těchto zařízení nepodařilo v plném rozsahu prokázat deklarované výhody mokrého šrotování zejména z hlediska zvýšení varního výtěžku.

Ve výrobním programu ZVÚ máme vedle nového typu mokrého šrotovníku MAMO 125 i několik typů suchých šrotovníků, z nichž typ 6-VM-125 je šestiválcový stroj moderní koncepce s možností oddělování pluch, o výkonu 5000 kg/h.

V současné době provádíme inovaci šrotovníku 6-VM-125 při zvýšení jeho výkonu na 6000 kg/h. Dále jsme zahájili vývoj univerzálního mokrého šrotovníku s výkonem do 12 000 kg/h, umožňujícím zpracování sladu i surového ječmene.

### 3. Varna

Zařízení varny je právem označováno za nejdůležitější provozní soubor pivovaru, a to jak z hlediska jeho zásadního vlivu na kvalitu finálního výrobku, tak i z hlediska rozsahu a složitosti strojního zařízení.



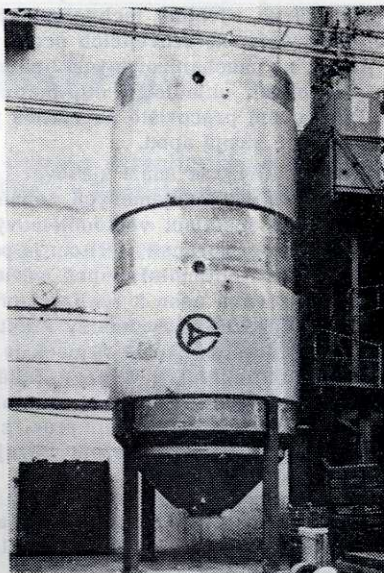
— brýdové páry při rmutování	0,144 hl/hl
— chlazení mladiny z vířivé kádě	1,15 hl/hl
— teplo z expanzní páry kondenzátu	0,296
Celkem	2 hl/hl

Tato produkce nejen v plné míře pokrývá spotřebu horké vody ve varně, ale navíc jí je možno využít v dalších spotřebičích pivovaru: myčka sudů, myčka přepravky, myčka lahví, umývárny, mytí autocisteren.

#### 4. Spilka a ležácký sklep

Provozní soubory spilky a ležácký sklep představují z hlediska investiční náročnosti a hmotnosti rozhodující položky celého pivovaru. Spilka představuje v průměru 21,7 %, ležácký sklep 12 % a v součtu oba provozní soubory 33,7 %, z celkových investic na strojně technologické zařízení pivovaru. Z hlediska hmotnosti představuje spilka 12,9 %, ležácký sklep 23,1 % a v součtu oba provozní soubory 36 % z celkové hmotnosti strojně technologického zařízení. S připočtením stavebních investic pro případ monolitického betonového provedení stavby představují tyto soubory až 30 % z celkových nákladů.

Z uvedených důvodů věnujeme dispozičnímu řešení obou souborů, použitým technologickým postupům i konstrukci jednotlivých zařízení soustavnou pozornost k získání optimálních technicko-ekonomických výsledků v konkrétních obchodních případech.

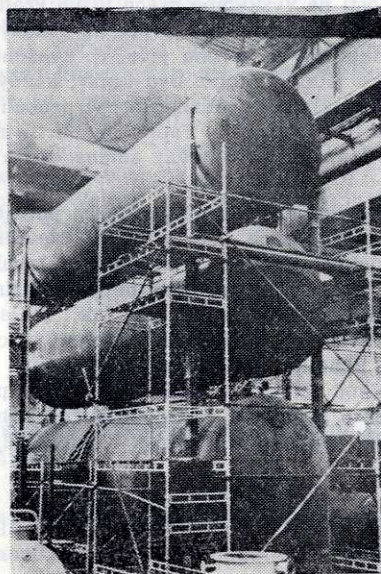


Obr. 4. Univerzální kvasný tank 500 hl

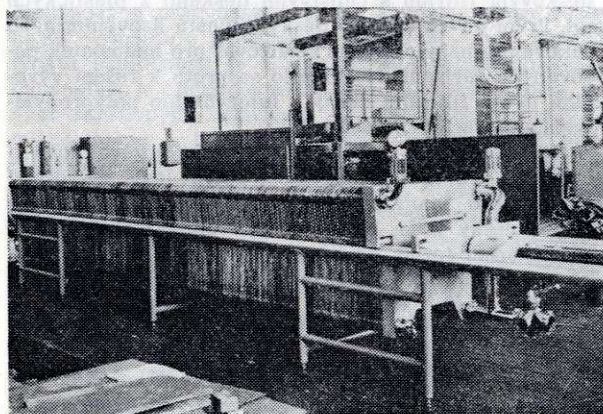
Jako příklad výsledků této činnosti můžeme uvést srovnání původních dodávek pivovarů o kapacitě 650 000 hl/rok, určených pro SSSR s novou projekční koncepcí realizovanou v tomto pětiletém plánu. Novým řešením se uspořilo 46,1 % zastavěné plochy a 34,6 % na obestavěném prostoru. Úspora v těchto parametrech a s tím související snížení stavebních investic je na úseku spilky dáno náhradou kvasných tanků o obsahu 250 hl univerzálními kvasnými tanky o obsahu 500 hl, které jsme zavedli do opakované výroby v roce 1976. Kromě této výčíslené úspory se snižuje počet ovládacích armatur, zkracují dopravní cesty, snižuje se počet měřicích a regulačních prvků a tím zjednodušuje obsluha, zmenšují se výtraty a zvyšuje provozní bezpečnost.

Snížení investičních nákladů na úseku ležáckého sklepa je dáno novým konstrukčním řešením ležáckých tan-

ků, jejich novým způsobem uložení a umístěním do trojic nad sebou. Současné konstrukční řešení tanků a jejich uložení (do velikosti 2000 hl) je výsledkem dvanáctileté systematické práce v oblasti teoretických výpočtů i praktických tenzometrických ověřování konstrukcí. Ukazatelem úrovně technického řešení je parametr kg/hl, který vyjadřuje hmotnost plechů spotřebovaných na 1 hl obsahu tanku. Tento údaj vynásobený odpovídající kilogramovou cenou materiálu charakterizuje i cenovou hladinu tanku. Můžeme říci, že při srovnání tohoto parametru s konstrukcemi vyspělých výrobců dosahuje srovnatelných výsledků. Kromě již řečeného snižuje se při tomto projekčním uspořádání spotřeba chladu. Při respektování teploty okolí 20 °C, temperování teploty prostoru spilky do 10 °C (příkon 230 kJ/m<sup>2</sup> h) a udržování teploty prostoru ležáckého sklepa 1 °C (příkon 377 kJ/m<sup>2</sup> h), vychází celková úspora spotřeby chladu 561 031 kJ/h (156 kW).



Obr. 5. Příprava trojice ležáckých tanků 1000 hl pro tenzometrické měření



Obr. 6. Deskový filtr při montáži v dílně

Pevně zabudované mycí hlavice v tancích spilky i ležáckého sklepa přinášejí provozní úsporu mycí vody, která podle našich měření představuje asi 0,3 hl/hl piva. Obdobných výsledků se dosahuje i při spotřebě sanitačních a dezinfekčních prostředků. Použitím hlavice se dále



sníží nebezpečí ohrožení obsluhujícího personálu a uspoří namáhavá lidská práce.

Projekční a konstrukční řešení uvedené v předchozích odstavcích není pochopitelně konečnou realizací záměrů našeho podniku na tomto úseku. V souvislosti s dalším vývojem a intenzifikací technologií kvašení a dokvašování piva, které trvale sledujeme ve spolupráci s československým pivovarským průmyslem, vyvíjí se i strojné technologické zařízení.

V minulých letech jsme vyvinuli velkoobjemové kvasné tanky o obsahu 5000 hl, instalované na volném prostranství. Jde o soubor tří těchto tanků, doplněný sanitací stanicí a kvasničným hospodářstvím, určený pro pivovar Staropramen Praha. Nádoby předpokládáme odzkoušet pro hlavní kvašení i dokvašování piva. V současné době dokončujeme výrobu zařízení a po dokončení staveniště předpokládáme zahájení montáže v průběhu tohoto roku.

V návaznosti na výzkumné práce VÚPS Praha jsme zahájili projekční a konstrukční práce na kvasných tankách pro tzv. jednofázovou výrobu piva, tj. kvašení a dokvašování piva v jedné nádobě. Dva tanky, každý o obsahu 2000 hl, předpokládáme odzkoušet v průběhu příštího roku v pivovaru Bratislava. Tanky budou instalovány na volném prostranství a doplněny samostatným souborem sanitace.

Samostatnou kapitolou zůstává otázka použitých armatur v těchto provozech. Zde je nutno otevřeně říci, že použití klasických kohoutů v materiálové kombinaci mosaz—bronz jako armatury, není nejvhodnějším řešením jak z hlediska použitých materiálů, tak i z hlediska způsobu jejich ovládání. Částečného zlepšení bylo dosaženo povlákáním kohoutů práškovým polyamidem. V poslední době vedená jednání s NDR dávají však předpoklad řešení i tohoto problému v podobě ručně nebo dálkově (pneumaticky) ovládaných klapků z nerezavějící oceli.

## 5. Filtrace

Naš podniku vyrábí a vyvíjí velkokapacitní filtrační stanice s možností dvoustupňové filtrace, používané k filtraci piva a mladiny.

Vývoj deskových filtrů v našem podniku vycházel z hliníkových desek odlévaných gravitačním litím a povrchovou úpravou zlatolákem k deskám z nízkotlakého lití bez povrchové úpravy. Další vývoj jde progresivním směrem k deskovým filtrům s celistvými deskami z plastických hmot. První návrh vyrábět desky z plastů lisováním nebo vstřikováním nebylo možno realizovat pro nedostatek požadovaných zařízení. Přistoupilo se proto k řešení vývojového úkolu filtrační desky z integrálního polypropylenu ve spolupráci se SVÚM Praha.

Po splnění všech podmínek zdravotní nezávadnosti a neovlivnění chuťových vlastností piva byly vytvořeny podmínky pro realizaci zkoušek prototypu. Konstrukce filtrační desky byla kompromisem mezi technologií a konstruktérem formy při zachování všech hlavních rozměrů umožňující náhradu dosavadních hliníkových desek.

Filtrační desky vyrobené technologií strukturálního (integrálního) vstřikování polypropylenu do formy se vyznačují sendvičovou strukturou s vnitřním vylehčeným jádrem a s vnější hladkou vrstvou, která zaručuje výrobku tvar, tuhost a odolnost vůči mechanickému i chemickému namáhání.

Prototypy jsou nyní v provozu asi 2,5 roku a lze tedy konstatovat tyto zkušenosti:

- jednodušší manipulace s deskami (1/3 váhy hliníkové desky),
- lepší výsledky sanitace vzhledem k jakosti povrchu desky,
- stejný filtrační výkon,

— desky neovlivňují kvalitu filtrace (při zachování podmínek sanitace),

— větší roztažnost desek při sterilaci.

V současné době se vyrábí nová forma pro sériovou výrobu, kterou předpokládáme zahájit v průběhu tohoto roku.

Směr dalšího vývoje jsme zaměřili na zjednodušení obsluhy deskových filtrů. Konkrétně jde o odstranění ručního stahování desek, které je plně nahrazeno hydraulikou. Hydraulický systém současně zajišťuje dodržení nastaveného tlaku při sterilaci. Hydraulické stahování desek a rámu bude použito u filtrů naplavovacích i sterilizačních. Prototyp filtru byl v minulém roce úspěšně ukončen a širší uplatnění předpokládáme u dodávek filtrů v průběhu příštího roku.

Pro zajištění filtračních stanic pro velkokapacitní pivovary se řeší vývoj velkorozměrného deskového filtru s rozměry desek a rámu 1000×1200 mm, u kterého předpokládáme vyšší stupeň mechanizace. Tyto filtry umožní další zvýšení výkonu bez požadavku na zastavěný prostor a další nároky na obsluhu.

## 6. Závěr

Kromě základních projekčních a konstrukčních záměrů, o jejichž řešení jsme se stručně zmínili v předchozích odstavcích, trvale řešíme řadu dílčích úkolů, které buď s nastíněným řešením souvisejí nebo kompletují a zvyšují technickou úroveň a kvalitu ostatních provozních souborů. Sem patří okruh výrobně technologických úkolů spojených se svařováním nerezavějících ocelí, racionalizace výroby tanků na mechanizovaných linkách, řešení nového typu navíjených chladicích duplikátorů, řešení konstrukcí a vybudování pracoviště na výrobu paletizačních a depaletizačních strojů apod.

Celosvětový trend, který se snaží sledovat i náš podnik, směřuje k nasazení velkoobjemových, zejména jednodlažních varen a k instalaci velkoobjemových kvasných nádob na volném prostranství. Přitom je použit vyšší, ale z hlediska využití optimální stupeň měřicí a regulační techniky. Realizovaná nebo k realizaci připravovaná provozní řešení vykazují ekonomický efekt zejména na úseku stavebních investic. Kromě výjimek je k výrobě piva používána diskontinuální, i když v řadě případů intenzifikovaná technologie. Při aplikaci technologických způsobů na strojní zařízení se ve spolupráci s výzkumnými pracovišti zaměřujeme na dodržení stávající kvality piva.

**Bartoň M., Král F.: Současná koncepce strojů a zařízení pro velkokapacitní pivovary.** Kvas. prům. 25, 1979, č. 9, s. 209—213.

Je popsán dosavadní stav a vývojové perspektivy v projekci kompletních pivovarů i konstrukci jednotlivých strojů a zařízení, které dodává n. p. ZVÚ Hradec Králové.

Obsah je rozdělen na rozhodující dodávané provozní soubory, tj. šrotovna, varna, spilka, ležácký sklep a filtrace. Při řešení jednotlivých dodávek je kladen maximální důraz na ekonomicky efektivní výstavbu a provoz při dodržení vysoké kvality vyráběného piva.

Z hlediska investičních nákladů se dosahuje podstatného snížení stavebních investic při zvýšení produktivity práce na strojním zařízení. Z provozního hlediska jsou dosahovány úspory surovin, vody a tepelné energie při snížení počtu obsluhujícího personálu.

**Барто́нь М., Кра́л Ф.: Новейшие направления в концепции технологического оборудования для крупных пивоваренных заводов.** Квас. прум. 25, 1979, № 9, стр. 209—213.

Описано технологическое оборудование для пивова-



ренных заводов, выпускаемое в настоящее время Заводом Имени Победоносного февраля в р. Градец Кралоуе и намечены пути его совершенствования, предусматриваемые в перспективных планах.

В отдельных разделах рассматриваются солододробилки, оборудование варочных цехов, оборудование бродильных цехов, лагерных подвалов и фильтрационных станций. Высокий стандарт всех изделий завода обеспечивает хорошие экономические показатели производства и отличное качество конечного продукта.

Капитальные вложения в новую технику, приведенные к достигаемой повышенной производительности, оказываются сравнительно низкими. Одновременно они снижают расход сырья, воды и тепловой энергии и дают возможность сократить численность персонала.

**Bartoň M., Král F.: Modern Machinery and Equipment for Large Capacity Breweries.** Kvas. prům. 25, 1979, No. 9, pp. 209—213.

The article deals with the present manufacturing program of the ZVÚ Works at Hradec Králové, as well as with the development program covering new machines, plants and complete, modern breweries. The works supply up-to-date malt crushing plants, equipment for brewhouses, fermenting cellars, filtration stations etc. Modern installations bring economic advantages ensur-

ing lower production costs and high quality of the final product.

Specific capital investments related to the productivity of new equipment are low, much energy, raw materials and water can be saved and personnel reduced.

**Bartoň, M. - Král, F.: Die gegenwärtige Konzeption der Maschinen und Einrichtungen für Großkapazitätsbrauereien.** Kvas. prům. 25, 1979, No. 9, S. 209—213.

Es wird der bisherige Stand und die Entwicklungsperspektive in der Projektion der kompletten Brauereien sowie auch in der Konstruktion der einzelnen Maschinenanlagen und Einrichtungen beschrieben, die von der Firma ZVÚ Hradec Králové geliefert werden.

Der Inhalt des Artikels ist nach den wichtigsten Betriebsabschnitten gegliedert: Schroterei, Sudhaus, Gerkeller, Lagerkeller und Filtration. Bei der Konzeptionslösung der einzelnen Lieferungen wird als Hauptkriterium die ökonomische Effektivität des Aufbaus und des Betriebes bei Einhaltung einer hervorragenden Qualität des erzeugten Bieres angestrebt und berücksichtigt. Vom Standpunkt der Investitionskosten wird eine beträchtliche Senkung der Baukosten bei Erhöhung der Arbeitsproduktivität auf den Maschinenanlagen erreicht. Vom Standpunkt der Betriebsökonomie werden Einsparungen an Rohstoffen, Wasser und Wärmeenergie bei Senkung der Zahl des Bedienungspersonals garantiert.