

Z výzkumu a praxe

TECHNICKÁ KONTROLA V PIVOVARECH

Ing. JAN ŠAVEL, B. Budvar, n. p., Č. Budějovice

Předneseno na 27. Pivovarsko-sladařském semináři k příležitosti 125. výročí založení pivovaru Gambrinus v Plzni.

Klíčová slova: *pivo, výrobní proces, technická kontrola, systém, nástroje*

1. SYSTÉMOVÉ POJETÍ KONTROLY

Technická, technologická a laboratorní kontrola jsou pojmy, používané v denní praxi. Zpravidla se jimi označují postupy, používané pro ověřování činnosti výrobních zařízení, jejich kontrolu a stanovení vlastností výrobků. Ve starší české literatuře existuje výborná kniha dr. A. Lhotského, která se opírá o toto pojetí kontroly [1].

Systémové pojetí kontroly shrnuje tyto činnosti do technické kontroly a považuje ji za součást výrobního procesu. Zásady řízení jakosti dokonce vycházejí z požadavku upravit výrobní proces takovým způsobem, aby se předešlo vzniku závad a objem kontroly stále klesal. Z metodologického hlediska je nutné rozlišovat mezi sledováním, kontrolou a řízením, které se často zaměňují.

Výroba je cyklický proces poskytující výrobky a systémové pojetí kontroly se zabývá obecnými pojmy, spíše než kontrolními postupy. Výrobní proces i výrobky se popisují konečným počtem proměnných, tzv. znaků a jejich pokud možná jednoznačnými transformacemi.

Toto zobrazení ovšem nahrazuje skutečný systém fiktivním modelem s malým počtem vybraných vlastností s poněkud odlišným chováním. Předpokládá se, že jsou známe požadované optimální hodnoty a rozptyl znaků.

Je důležité, že také suroviny a meziprodukty je možné považovat za výrobky a prodej piva, nebo s tím související služby také za druh procesu. Tím

se kontrolní činnost rozšiřuje na průzkum trhu a poskytování služeb, které se mohou popisovat stejným způsobem.

Horizontální rozšiřování výrobního procesu a kooperace s dodavateli i odběrateli při dosahování společných cílů je charakteristickým rysem moderní výroby.

Výrobky v tomto pojetí mají stanovené znaky a jejich naměřené hodnoty se charakterizují statistickými pojmy. Podobně se dají hodnotit i výrobní procesy při použití vhodných kritérií.

Skutečný znak (charakteristika) jakosti souvisí s uspokojováním odběratele, zatímco náhradní znaky souvisejí s technickými parametry [2]. Náhradní znaky jsou nutné pro regulaci výrobních procesů a musí se snadno a rychle měřit. Mezi základní (skutečné) znaky jakosti patří např. výborné smyslové vlastnosti piva nebo jeho vysoká stabilita, zatímco náhradní znaky např. zahrnují obsah oxidu uhličitého, nebo koncentraci polyfenolů.

Jednoznačný, deterministický popis systému s nejmenším počtem proměnných je ovšem přáním všech pracovníků kontroly a manažerů. Je důležité připomenout, že u výrobku, jako je pivo, jsou rozhodující smyslové znaky a požadavky kladené na rozptyl sledovaných hodnot související s citlivostí lidských smyslů.

Rozsahy, ve kterých mohou zvolené znaky kolísat, závisí na citlivostech jednotlivých smyslů

a experimentálně se tyto schopnosti dají ověřit, např. trojúhelníkovými testy. Může se také vycházet z prahových hodnot nežádoucích, smyslově aktivních sloučenin (např. diacetylu), přičemž nemá smysl požadovat nižší hodnotu znaku a rozptylu, než mohou naše smysly rozeznat. Tento model ovšem nemůže zahrnout vazby mezi jednotlivými smysly a zpracování vzniklých dojmů spojené s vyšší nervovou činností.

Pro názorné pochopení rozdílu mezi skutečnou a náhradní charakteristikou doporučuji zvážit rozdíl mezi charakteristikou „krásná žena“ a měřitelnými technickými parametry pro rychlý výběr a objektivní posouzení této charakteristiky.

Hodnoty znaku i jeho rozptyl mohou souviset s několika požadavky současně. Existuje optimální hodnota obsahu oxidu uhličitého v pivu, potřebná pro jeho optimální říz a rozptyl, daný schopností rozlišovat dva různé obsahy oxidu uhličitého. Další požadavky souvisejí s dosažením optimální pěnivosti, a příslušný rozptyl souvisí se schopností posuzovatele rozeznat různě pěnivé pivo. Jiné požadavky opět kladou technické podmínky pro plnicí zařízení a obaly, např. plechovky.

2. DEFINICE JAKOSTI A CÍL KONTROLY

Základní vlastnost výrobku, vyjádřená např. jako „výborné pivo“, se tak nahrazuje náhradními znaky, jako jsou barva, pěnivost, obsah oxidu uhličitého apod., ale ani tak se nelze obejít bez tak obtížně a nepřesně měřitelných hodnot znaků, jako jsou vůně, chuť a subjektivní dojem po napití. Pro řízení výroby se ovšem musí použít měření dostupná s vysokou reprodukovatelností a rychlostí.

Rozdíl mezi skutečným a náhradním znakem jakosti má zde zcela zásadní význam. Například u barvy piva, která je jednoduše měřitelná fotometricky jako absorbance při 430 nm, se zanedbává měření odstínu barvy. Uplné potlačení oxidace během výroby piva poskytuje žlutozelená piva, zatímco česká piva mají charakteristickou zlatavou barvu, kterou spotřebitel velmi dobře rozezná a příznivě ji hodnotí.

Má-li se měřit také tato vlastnost, musí se znak definovat jako trojsložkový vektor, přiřazený bodu v trojrozměrném barevném prostoru, přičemž se zachovávají požadavky na rychlost a přesnost měření.

Podobných příkladů se může nalézt více. Znak „dobře pěnivé pivo“ se např. nahrazuje náhradním znakem pěnivost podle Rose Clarka. Podrobnější analýza snadno ukáže, že rychlostní konstanta reakce „tvorba piva rozpadem pěny“ nenahrazuje dobře skutečný znak kvality, protože se např. zanedbává počáteční fáze tvorby pěny a její struktura. Lze samozřejmě volit měření vhodnějším způsobem, který se více orientuje na spotřebitele.

Schopnost piva zachovat si své původní vlastnosti v nezměněné podobě po dlouhou dobu můžeme vyjádřit náhradními znaky, jako je obsah bílkovin, polyfenolů a kyslíku, nebo obsahem mikroorganismů, chceme-li získat výsledek použitelný pro regulaci procesu.

Patrně největší problémy se vyskytují se zajištěním standardní vůně a chuti. Použití rychle měřitelných náhradních znaků je téměř nemožné, neboť souvisí s podstatou lidského vnímání. Uplatňují se fyziologické faktory jako adaptace, vzájemné zesilování nebo zeslabování vjemů a psychologické faktory, vycházející z částečných vědomostí o druhu a původu vzorku.

Pokusy řešit tyto problémy, vycházejí z různých koncepcí, nejlépe z kombinace analytického a smyslového hodnocení, ale již pouhá skutečnost, že koncentrace mnoha smyslově aktivních sloučenin leží pod analytickou detekční mezí, znemožňuje dosáhnout úspěchu. Názory mnohých výrobců piva na výsledky veřejných laických, nebo i profesionálních degustací jsou všeobecně známé, pokud ovšem nezvítězil vlastní výrobek.

V mnoha případech nejsou s měřením hodnot a výpočtem rozptylů problémy, ale někdy se převod na číselné hodnoty setkává s potížemi. V mikrobiologické kontrole se např. sleduje z odebraných vzorků růst mikroorganismů v tekuté půdě a výskyt jednotlivých morfologicky odlišných skupin mikroorganismů se hodnotí podle množství pomnožených buněk.

Je účelné přihlédnout k nebezpečnosti a významu těchto skupin, přiřadit jim příslušné významové váhy, vyjadřující stupeň nebezpečnosti a součet součinů těchto vah a intenzity růstu použít jako náhradní znak vyjadřující očekávané poškození piva. Hodnotí-li se účinek pasterace, použije se podobná strategie a teplotám pasterační křivky se přiřazují letální rychlosti. Náhradní znak „počet pasteračních jednotek“ ovšem vypoovídá o účinnosti pasterace, ale pro hodnocení smyslového poškození se musí použít jiné hodnoty vah pro jednotlivé teploty.

Obliba standardnosti smyslových znaků je všeobecně známa. Ve výloze obchodu s ovocem se vytríděná jablka stejné barvy prodávají úspěšněji a za vyšší cenu než jablka zachovávající přirozenou přírodní proměnlivost ve tvaru, velikosti a barvě.

Podle literárních údajů dala snaha o zajištění standardnosti vzniknout rozdílným typům piva. Česká a německá piva dosahovala nízkou teplotou ležení a vysokou dávkou chmele výbornou mikrobiologickou i koloidní stabilitu, zatímco u anglických piv se postupem, převzatým přímo od Pasteura, zajišťovala stálost piva kyselým praním kvasnic a aseptickými technikami. Ke koloidní stálosti přispělo čiření vyzinou, což vedlo k od-

lišně vedeným procesům a tím i k výrobkům odlišných vlastností [3].

V popředí tohoto procesu tedy stála snaha o regulaci znaku „vysoká stabilita piva“ spíše než touha po specifické chuti.

Z poznatku, že náhradní znaky výrobku kolísají, vyplývá nutnost nalézt příčiny jejich proměnlivosti. S tím souvisí přechod od statistické kontroly znaků výrobků na statistickou kontrolu průběhu výrobních šarží. Dosud používaná statistická kontrola procesů (SPC) se týká hlavně statistické kontroly výrobků. Programový prostředek TRIPI používá nyní již několik velkých i středních pivovarů [4].

V obecném pojetí se při statistické kontrole výrobků hodnotí jednotlivé znaky výrobku po výrobní operaci, která je obvykle tak krátká, že ji nelze v jejím průběhu ovlivnit. Po změření vlastností výrobků se při překročení rozptylu upraví vstupní parametry zařízení. Doba výrobní operace se jako náhradní znak uplatňuje jen částečně.

Při dávkových procesech existují stejné možnosti, ale kromě toho lze vlastnosti výrobku upravit v průběhu procesu a již nestačí pouze nastavit hodnoty vstupních veličin. Měření příslušných znaků musí být dále rychlejší než jejich změny.

Příslušné normy se však musí zadávat přesně, protože rozdíl mezi pokyny „teplota kvašení nesmí překročit 10 °C“ a „teplota musí v třetím dni kvašení dosáhnout maximálně 10 a minimálně 9 °C“ vede k odlišnému ovládní procesu. Výrobní doba se stává charakteristickým náhradním znakem. K tomu přistupuje skutečnost, že dávkový proces vyžaduje definici počátečního a konečného stavu procesu, které se někdy obtížně vymezují, např. při plnění velkoobjemových nádob.

Standardnost procesů, jako je kvašení a zrání piva, se může charakterizovat např. dobou kvašení, ležení nebo stupněm prokvašení. Rozložení těchto znaků charakterizuje dokonalost výrobního procesu. Podobně lze porovnat změřené časové průběhy znaků, např. teploty kvašení s předepsaným sledem hodnot ve vybraných důležitých bodech. U takto zvolených znaků se pak sledují statistické parametry příslušných rozdělení.

Obecnou vlastností výrobků je jejich jakost. Existuje mnoho definic jakosti, přičemž většina z nich se opírá o schopnost uspokojovat spotřebitele v současnosti i budoucnosti a o použití statistických metod. Pro období nasyceného trhu navrhujeme definici, založenou na schopnosti přesvědčit odběratele, aby na trhu zvolil náš výrobek:

Jakost je schopnost přesvědčit odběratele, aby zvolil náš výrobek na úkor konkurence.

Spotřebitel reaguje velmi příznivě i na přijatelnou cenu, zejména tehdy, vyskytují-li se na trhu výrobky srovnatelné kvality. K zvolení výrobku přispívá působení reklamy, existence dalších slu-

žeb zákazníkům, všeobecná známost výrobku a výhody, poskytované velkoobdobatelům.

Je zřejmé, že nalézt náhradní ukazatele jakosti pro takto definovanou jakost je velice obtížné, ale v podstatě možné. Možným náhradním znakem je např. „podíl na celkovém trhu“, i když tento znak závisí na definici trhu a nemůže se rychle měřit.

Je nutné nalézt další, rychle a přesně měřitelné náhradní charakteristiky. Cílem technické kontroly je získat informace pro neustálé zvyšování jakosti, tj. růstu podílu výrobku na trhu.

3. VÝROBNÍ PODNIK A VÝROBNÍ PROCES

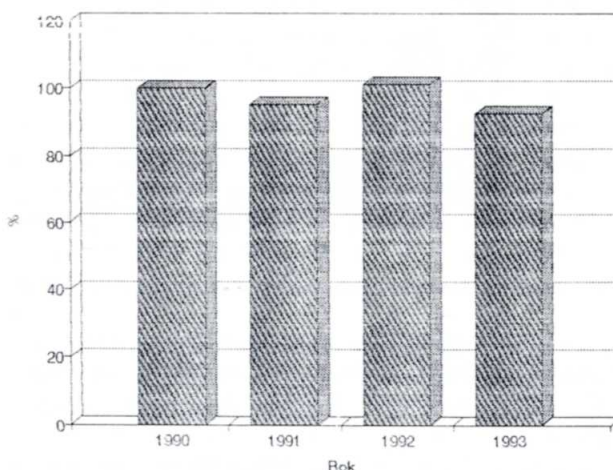
Za rozhodující ukazatel úspěšnosti výrobního podniku se v současnosti pokládá tvorba zisku. Výrobní podnik je prostě stroj na další zhodnocení peněz, přičemž zisk závisí na oběhu kapitálu.

Nejvyšší účinnost přitom dosahuje trvale expandující podnik, protože pouze ten může vytvářet zdroje pro získání rozhodujících výhod. Může podporovat vývoj a výzkum, získávat moderní zařízení, rozšiřovat distribuční síť, vkládat další prostředky do reklamy apod.

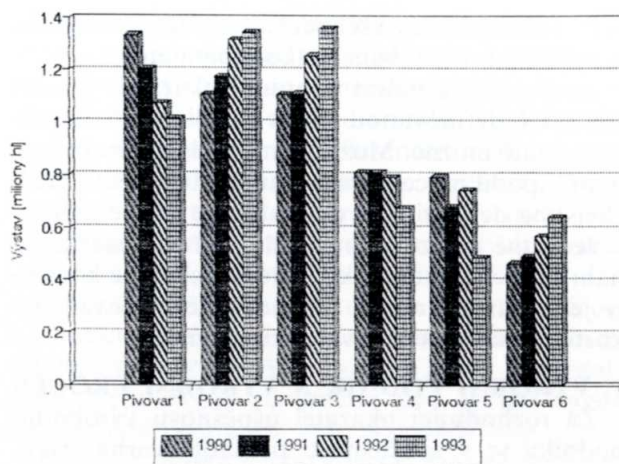
Přechod nenasyčeného na nasycený trh znamená kvalitativní rozdíl ve vývoji pivovarů. Toto údobí se opírá především o zajištění růstu jakosti, protože v nasyceném trhu musí odběratel přestat používat dosavadní výrobek a rozhodnout se pro nový výrobek. Nasycenost trhu znamená, že další spotřebu limitují omezující vlivy, např. cena, omezená schopnost spotřeby, zdravotní požadavky apod.

Situaci v ČR znázorňují obr. 1–3. Je dobře patrné, že ve skupině malých i velkých pivovarů existují expandující pivovary, i pivovary, jejichž růst limitují některé faktory, a to i v prostředí nasyceného trhu. V těchto případech je analýza limitujících faktorů zvláště důležitá.

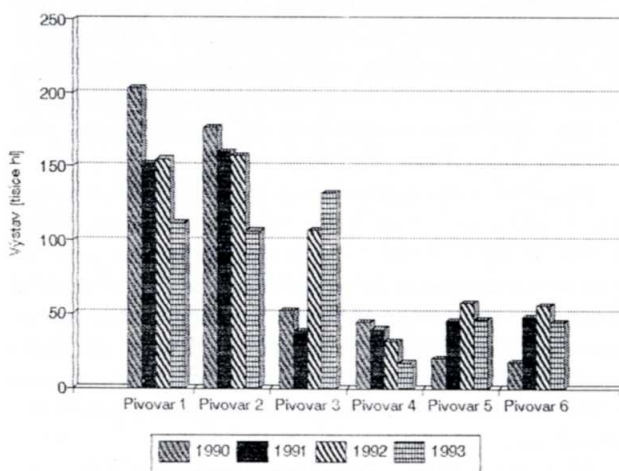
Počet pivovarů s rostoucím výstavem klesá, s minimem mezi 800 000 hl až 1 000 000 hl. Patrně při přechodu nad 1 milion hl za rok se nějakým



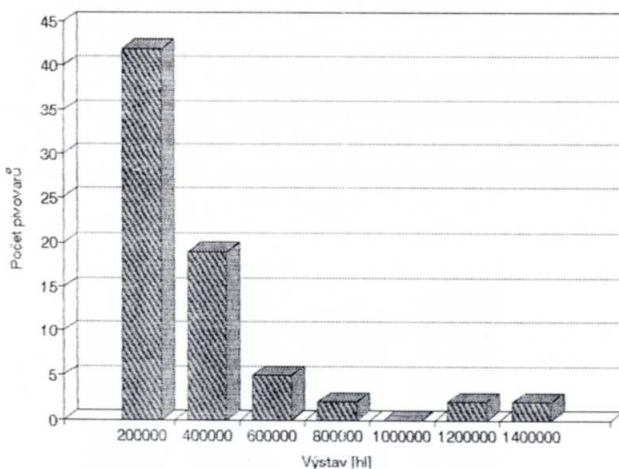
Obr. 1. Celkový výstav piva v ČR ve srovnání s rokem 1990 (100 %)



Obr. 2. Vývoj výstavu piva ve vybraných velkých pivovarech.



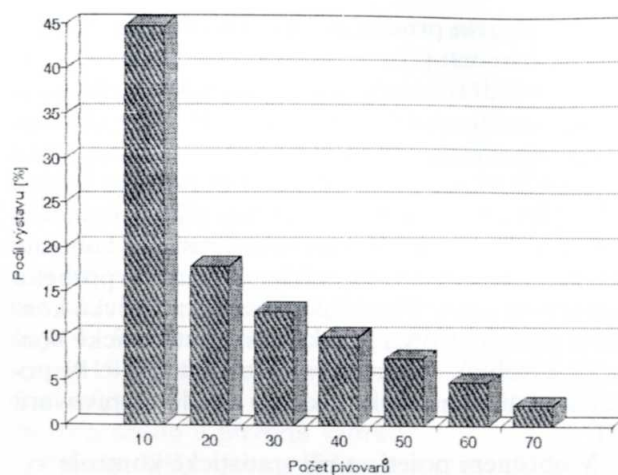
Obr. 3. Vývoj výstavu piva ve vybraných malých a středních pivovarech.



Obr. 4. Závislost počtu pivovarů na jejich výstavu (1993).

způsobem kvalitativně mění vnitřní struktura výrobního podniku (obr. 4). Je zajímavé, že deset největších pivovarů kontroluje 45 % odbytu (obr. 5).

V budoucnosti se tato omezení možná rozšíří o další vlivy, zahrnující splnění ekologických požadavků a pokrytí rostoucích dopravních nákladů



Obr. 5. Podíl výstavu skupin pivovarů seřazených podle velikosti od největšího výstavu po deseti pivovarech (1993).

spojených s odbytem na vzdálená odbytíště.

Pravděpodobně se pro vybrané značky více uplatní licenční politika a správně sestavený soubor náhradních znaků jakosti bude mít základní význam. Další řešení spočívá v přímé kapitálové účasti v cizích pivovarech. Systémové řešení je potlačit konkurenční výrobky již dnes, což opět předpokládá expandovat.

Poskytování licencí nebo kapitálová účast na konkurenčních pivovarech znamená vyřešení těchto problémů a další získávání zákazníků. Expanze pivovarů ovšem vyžaduje další kapitálové rezervy a pečlivě uvážený rozvoj, ovšem nikoliv za cenu ztráty vlastní identity.

Do popředí veškeré průmyslové výroby včetně výroby piva se proto dostaly dva hlavní požadavky: pokles výrobních nákladů a růst jakosti. Tyto trendy existovaly v pivovarství již od počátku, ale za nasyceného trhu se staly doslova existenční otázkou.

Pouze nízké výrobní náklady při rostoucí kvalitě trvale zajišťují prostředky pro rozvoj podniku. Na přesvědčení odběratele, aby zvolil náš výrobek na úkor jiného jsou zapotřebí další prostředky.

Zvyšování technických parametrů výrobku se všeobecně uznává, ale význam výrobních nákladů v pivovarství se dosud nedoceňuje. Přitom existují technologické úpravy, které se zhodnotí ve velmi krátké době. Například podle německých pramenů se návratnost zařízení na maximální zhodnocení extraktu přesnou úpravou koncentrace hotového piva pohybuje okolo 5 měsíců [5].

Pivovarská výroba byla vždy velmi konzervativní, ale po prolomení počátečních bariér se novinky v pivovarství poměrně rychle šířily. Zavádění nové technologie často přinášelo výhody, ale také problémy a na jejich úspěšném řešení záviselo proniknutí nových technologií do praxe. Přednostně se uplatňovaly technologie, ke kterým se alespoň zčásti mohlo použít již stávající výrobní zařízení.

Velkoobjemové nádoby se v pivovarství objevily již počátkem století, ale hromadně se rozšířily až v posledních letech. Jejich neúspěch vyplýval z nedostatečného poznání zákonitostí kvašení v těchto nádobách, a zejména z obtíží dokonale je vyčistit tehdejšími prostředky.

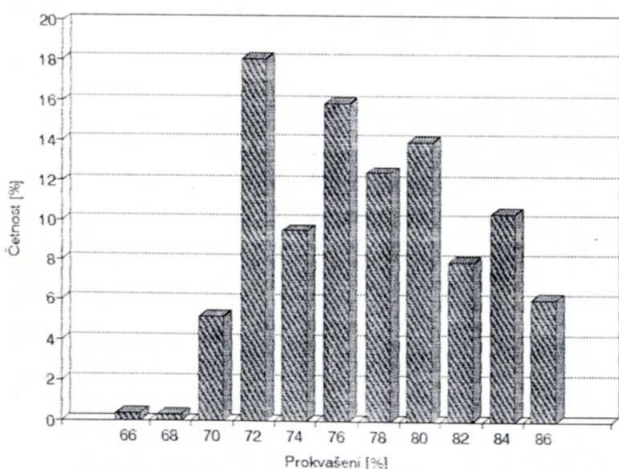
Je paradoxní, že tolik obávané problémy s mikrobiologickou čistotou piva v CKT a se změnami smyslových vlastností se podařilo obstojně zvládnout, ale do popředí se dostaly další problémy spojené především s pomalejší sedimentací kvasnic a vyloučených kalů. Zde opět existují různé přístupy k řešení a další zisky v případě úspěšného postupu.

Neustálá nutnost snižovat výrobní náklady se musí zakládat především na lepším využívání zdrojů a na citlivých technologických úpravách. V honbě za vysokou jakostí a za snižováním výrobních nákladů se projevují dva významné prvky.

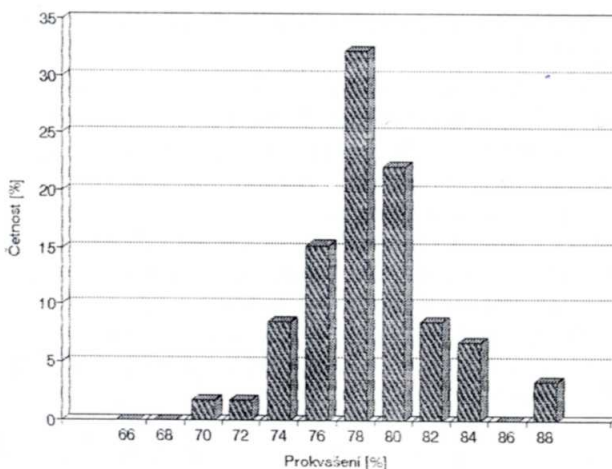
S rostoucím objemem kvasných a ležáckých nádob klesá schopnost vyrovnávat rozdíly v kvalitě piva kontrolou v předstihu, míšením obsahu jednotlivých nádob, nebo prostě jejich výběrem v ojedinělých případech. U velkého počtu malých nádob vždy bylo možné získat velmi vyrovnanou kvalitu piva. S menším počtem velkých nádob nezbývá, než snížit rozptyl mezi jednotlivými nádobami, a to opět znamená snížit rozptyl výrobního procesu kvašení a dokvašování.

Podle obr. 6 a 7 byl rozptyl zdánlivého prokvašení piva před sudováním v malých nádobách podstatně větší než u piv z CKT. Zdánlivé prokvašení hotových piv bylo ovšem v klasické výrobě velmi vyrovnané, neboť bylo možné mísit obsah kádí před sudováním i malých ležáckých nádob před filtrací.

Druhou významnou skutečností je fakt, že velké objemy v jedné nádobě se v případě závady již nedají zlikvidovat s relativně nízkými náklady.



Obr. 6. Příklad rozdělení zdánlivého prokvašení piva v malých nádobách před sudováním



Obr. 7. Příklad rozdělení zdánlivého prokvašení piva ve velkoobjemových nádobách před sudováním.

Stručně řečeno, technická kontrola se dostává do nové situace a vrcholové vedení si musí tuto skutečnost uvědomit a reagovat na ni.

Nelze ovšem opomenout fakt, že jinak velmi nadějně technologie, jako je kontinuální výroba, zaznamenaly v pivovarství porážku. Možná, že se ovšem pouze opakuje analogie s pronikáním velkoobjemových nádob a že lepší porozumění problémům a jejich technické zvládnutí budou znamenat další postup těchto dočasně opuštěných technologií.

Úspěšné zvládnutí nových technologií, jako jsou velkoobjemové nádoby nebo stáčení piva do sudů KEG, se musí zavést v dostatečném předstihu proti ostatním výrobcům, aby se získaly rozhodující výhody.

Úspěch podniku nezávisí již na jeho taktice, ale na strategii. Dobrá strategie podniku se opírá o dlouhodobý pokles výrobních nákladů a o růst jakosti.

Schopnost rozeznat budoucí trendy, orientovat se na ně a vytvořit potřebné zdroje pro jejich realizaci jsou rozhodující pro osud výrobního podniku. O něm již nerozhoduje okamžitá taktika, znamenající krátkodobé zisky, ale správná volba dlouhodobé strategie.

Z výsledku změn výstavu je patrné, že nezávisle na velikosti pivovaru se může dosahovat vytrvalý růst i pokles výroby. Limitující prvky nárůstu mohou mít různé příčiny a je důkazem vyspělosti vedení reagovat na tuto situaci. Vytrvalé lpění na několika axiomech může mít nepříjemné následky.

Pivovary v ČR v současnosti uplatňují rozdílné strategie, které se výrazně liší technologickými směry i investičními nároky. Budoucnost ukáže, které z těchto strategií budou úspěšné. V každém případě je však zřejmé, že prostředky technické kontroly jsou potřebné pro správnou volbu strategie.

4. TECHNICKÁ KONTROLA JAKO SOUČÁST TQM

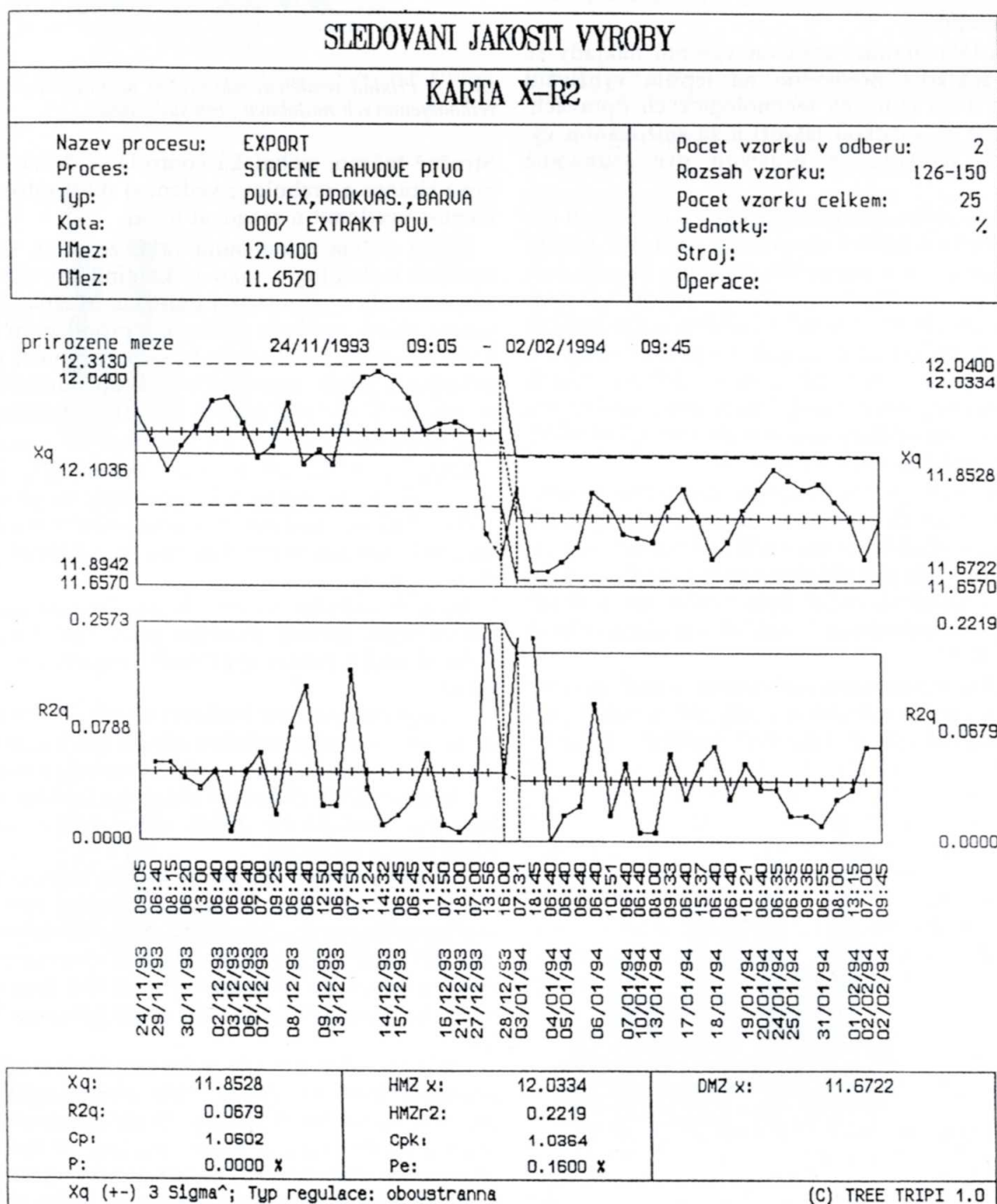
Technická kontrola tvoří významnou část moderních systémů řízení jakosti. Teorie řízení jakosti s oblibou používá přehledných schémat, zásad vyjádřených v bodech a příběhů o odstranění závad a zvyšování jakosti.

Z časových důvodů nelze podrobně rozebírat jednotlivé zásady, ale pouze upozorňovat na jejich důležitost a význam v pivovarství.

Známých 14 Demingových bodů se může v pivovarství aplikovat v různé míře, přičemž některé

z nich mají klíčový význam. Nejdůležitější z nich obsahuje poznatek, že kvalita nepochází z kontroly, ale z procesu. Proces se musí navrhovat tak, aby k poškození vůbec nedocházelo, protože další opravy znamenají nutnost platit za to, co někdo úmyslně, nebo neúmyslně provedl špatně. To je také jediné řešení efektu malého počtu velkoobjemových nádob.

Přílišné kolísání koncentrace vystavovaného piva se může řešit důkladnější kontrolou nebo nasazením automatického analyzátoru se zpětnou vazbou apod.



Obr. 8. Příklad změny koncentrace piva podle nových požadavků odběratele

Aby se proces mohl ošetřit systémově, je nutné ho lépe poznat. Rostoucí požadavky na výcvik, vzdělávání pracovníků a na vlastní průmyslový výzkum jsou přitom zřejmé.

Cyklus PDCA (PLAN-DO-CHECK-ACT) v sobě zahrnuje rozeznání nežádoucího stavu, návrh změny a její realizaci, ověření jejích výsledků a novou korekci výsledného stavu. S tímto procesem se můžeme důvěrně seznámit při řešení příčin nízké trvanlivosti piva, nebo jeho špatné filtrovatelnosti. Kolektivní řešení příčin problémů může být v těchto případech velmi užitečné. Obsahuje opakované plánování změn, jejich realizaci, kontrolu výsledku a nové úpravy postupu.

Juranova trilogie zahrnuje plánování, regulaci a zlepšování. Příklad změny koncentrace piva podle nových požadavků odběratelů uvádí *obr. 8*. Jako jiný příklad můžeme uvést nasazení systému pro úpravy koncentrace piva a vyhodnocení výsledků tohoto opatření. Z regulačních diagramů můžeme posoudit rozptyl koncentrací před a po instalaci systému a snadno vyhodnotit jeho účinnost.

Zajímavé je desatero přikázání jakosti, sestavené R. M. Balanem a zveřejněné v lednovém čísle časopisu *Quality Progress*. Desatero shrnuje aktualizované zásady pro řízení jakosti a zdůrazňuje nové trendy, uplatňující se v poslední době ve zvýšeném rozsahu, jako je použití nových metod pro snížení proměnlivosti znaků, použití cíleného experimentování v průmyslových procesech, tvorba databází pro ukládání potřebných dat a důsledná dokumentace postupů a jejich rychlá aktualizace.

Mnoho z těchto požadavků obsahují systémové normy řady ISO 9000, ale kritici se shodují s názory, že tyto normy nezahrnují všechny používané mechanismy pro růst jakosti.

ISO normy řady 9000 obsahují mnoho podmínek pro tvorbu kontrolního systému, ale pokud bude hlavním cílem jejich zavedení pouze certifikace, bude zisk malý při velkých nákladech. Aplikace systému podle ISO norem jsou také jen částí TQM.

Ze zobecnění těchto zásad vychází návrh úspěšné technické kontroly. Kontrola musí obsahovat správně navržené náhradní znaky jakosti včetně metod pro jejich rychlé bezproblémové měření. Pro měření jsou nutné správně zvolené, naprosto spolehlivé přístroje a obsluhující personál, dostatečně cháající účel a smysl kontroly, chování procesu i princip měření.

Při dosahování vysoké kvality piva jsou významné dva problémy. Kromě vymezení náhradních znaků, vhodných pro regulaci procesu, musí tyto znaky souviset se schopností spotřebitele rozhodnout se pro nový výrobek. Tyto znaky mohou pocházet i z počátečních fází výroby a týkat se

např. některých analytických hodnot varní vody. Dále se musí správně stanovit rozptyl, aby se zabránilo poškození kvality, plýtvání surovinami a naopak nadbytečným nákladům na kvalitu.

Někdy je možné převést požadavky na rozptyl hodnot znaků výrobků na rozptyl znaků surovin a výrobních operací a zajistit jejich měření a vyhodnocování. Proces se tak stane odolnější vůči vlivům, působícím rušivě v dalších fázích výroby. Nelze přitom zanedbat ani péči o důležitá měřidla, jejich kontrolu a kalibraci, což se týká dodržování měrového pořádku.

Obecnými zásadami pro systémový přístup k této činnosti se zabývá inženýrství jakosti [6]. V české literatuře se možná ujme název jakostní inženýrství, i když přívlastek jakostní má ještě jeden význam. V blízké budoucnosti se tato profese možná stane velmi vyhledávanou. Její hlavní úlohou bude optimální návrh technické kontroly a její aktualizace.

Obecně je však známo mnoho vlivů, působících na výrobu a mnoho kontrolních postupů, ale z minimalizace jejich počtu v závislosti na jejich účinnosti se musí zvolit ty nejvhodnější a případně je aktualizovat. S myšlenkou stálého kontrolního systému po všechny časy se patrně musíme rozloučit.

Obecné zásady řízení jakosti umožňují lépe popsat a pochopit povahu výrobního procesu. Tyto prostředky se musí včlenit do technické kontroly.

5. SEDM NÁSTROJŮ (SEVEN TOOLS)

V technické praxi mají význam všechny nástroje používané při řízení jakosti. Jejich soubor se obvykle označuje jako sedm nástrojů (seven tools), (*obr. 9*).

1. KONTROLNÍ FORMULÁŘE A ZÁZNAMY

2. POSTUPOVÝ DIAGRAM

3. DIAGRAM PŘÍČIN A NÁSLEDKŮ

4. PARETŮV DIAGRAM

5. HISTOGRAM

6. BODOVÝ DIAGRAM

7. REGULAČNÍ DIAGRAMY

TYTO NÁSTROJE JSOU PROSTŘEDKY PRO POPIS A OVLÁDNUTÍ SLOŽITÝCH SYSTÉMŮ. TECHNICKÁ KONTROLA MUSÍ STATISTICKY HODNOTIT ZNAKY ZAJIŠŤUJÍCÍ VYSOKOU ODOLNOST PROCESU PROTI PORUCHÁM

Obr. 9. Sedm nástrojů (seven tools)

je jejich množství obvykle nedostatečné (např. manuálně měřený obsah extraktu v průběhu kvašení a dokvašování). Zde se opět požaduje rozdílný způsob zpracování dat, popř. jejich doplnění vhodným výpočtovým mechanismem.

Nadbytečný sběr a archivace dat vede k nárůstu pracnosti a v podstatě k snížení účinnosti kontroly. Při pořizování dat se opět požaduje rychlost, přesnost, spolehlivost a odolnost proti chybám. Základní zásadu řízení jakosti, nedůvěřujte datům, je ovšem nutné mít stále na paměti [2].

Postupový diagram znázorňuje zjednodušený tok materiálu nebo energií a svou jednoduchostí se liší od výrobního výkresu. Má velký význam při návrhu sběru dat, pro úpravu technologických operací a optimalizaci laboratorní i provozní kontroly. Technologické postupy by takové diagramy měly v každém případě obsahovat.

Diagram příčin a následků (diagram rybí kosti) má znázornit příčiny vedoucí k vzniku závady a nalézt vzájemné vazby mezi nimi. Příčiny neúspěchu mohou spočívat ve všech článcích procesu, jako jsou lidé, zařízení, prostředí, metody a materiály (obr. 10).

Mezi vlivy, působícími na průběh procesu, zaujímají důležité místo číselně vyjádřitelné znaky, kterým lze přiřadit statistické charakteristiky, a také posoudit změny velikosti závady při postupných změnách jednotlivých vlivů.

Jako příklad řešení problému jakosti (tzv. story) může sloužit výskyt závady kvašení, způsobené nedostatkem zinku v mladině, a postup při jeho odstranění. Před všeobecnou znalostí významu zinku pro činnost kvasnic by sládek možná viděl příčinu v nedostatečné péči o kvasnice a dodržování předepsaného průběhu kvašení, mistr spilky v kvalitě nakupovaných kvasnic a všichni společně ve špatné kvalitě dodávaného sladu.

Kontrolní laboratoř by měřila v každé várce poměr cukrů k necukrům, obsah aminodusíku, množství kalů v kvasnicích, obsah dusičnanů, výskyt kontaminace ve várečných kvasnicích a obsah rozpuštěného kyslíku. Hodnoty těchto znaků by kolísaly přirozeným způsobem a bez znalosti jejich rozptylu by se docházelo k mylným závěrům. Málokdy se kontrolní aparát pochlubí prohlášením, že si s problémem neví rady.

Lépe trénovaná laboratoř by použila vhodnější metodu, např. modelové kvašení vázkovou analýzou. I bez znalosti podstaty hlavní příčiny by bylo možné empiricky zjistit, že by pivovaru pomohlo změnit dodavatele kvasnic, který by kvasnice produkoval na mladinách s dostatečným obsahem zinku, takže by se alespoň v prvním, nebo i v druhém nasazení stav kvašení zlepšil.

Modelové rmutování v laboratoři, hodnocené tímto způsobem, by možná našlo vhodnou úpravu varního postupu. Za systémové řešení lze ale

považovat změnu kmene kvasnic, úpravu varního postupu, nebo změnu dodavatele sladu, jestliže je ovšem účinek podle našeho zjištění předem jistý.

Po objevení vlivu zinku na kvašení by informovaná laboratoř mohla pokročit ještě dále a v několika dnech znát přesnou příčinu a použít v kritické chvíli dávkování zinku do omezeného množství várek. Z této příhody vyplývá, že jako náhradní znaky se mohou s úspěchem volit i netradiční rozborů a že stupeň znalostí a dovedností pracovníků kontroly má rozhodující význam. Dobrý diagnostik závad je pro výrobní podnik neocenitelný.

Při správném rozeznání příčin závad, dostatečných znalostech jejich mechanismu a schopnosti správně zasáhnout se nápravy dosáhne velmi rychle. V opačném případě závada přetrvává, nebo se dosáhne mírného zlepšení a laboratoř se zatěžuje zbytečnou prací, což v konečném důsledku vede ke snížení účinnosti kontroly. V horším případě vede neúspěch k osobním obviňováním jednotlivých pracovníků.

Podobný příběh by bylo možné vyprávět o hledání příčin nízké trvanlivosti piva a výrobní technici znají mnoho dalších podobných příběhů.

Paretův diagram vychází z empirického zjištění, že na řadě nepříjemných závad, jako je obtížná filtrovatelnost nebo pomalé kvašení, se často podílí více příčin, ale jen málo z nich je rozhodujících.

Histogramy mají prvořadý význam v pivovarské výrobě. K jejich porozumění nejsou ostatně zapotřebí exaktní statistické pojmy, jako jsou frekvenční a distribuční funkce, spojitě a nespojitě rozdělení a jejich parametry ale na nejnižší úrovni ho lze chápat pouze jako zobrazení uspořádaných výsledků.

Za zmínku stojí, že histogram do praxe zavedl A. M. Guerry roku 1833 pro kriminalistické účely, aby se lépe vyznal ve shromážděných rozsáhlých datech. Statistického rozdělení znaků pro charakterizaci jednotlivých speciálních piv použili v letošním roce belgičtí autoři a tento trend bude pokračovat i dále [7]. Moderní pivovarskou výrobu si nelze bez hodnocení standardnosti výroby tímto způsobem představit.

Bodové a stochastické závislosti pomáhají v případech, kdy analýza příčin nemůže být úplná a nedaří se nalézt jednoznačné transformace pro pozorované změny. Přesto tato metoda přináší neocenitelné služby např. při hledání souvislostí mezi náhradními znaky a subjektivním dojmem piva hodnoceném na velkých souborech vzorků, nebo při posuzování účinnosti stabilizačních zásahů.

Na základě těchto analýz lze nalézt optimální hodnoty náhradních charakteristik jakosti. Obohacení přináší vícerozměrná korelace, popř. prosté zobrazení výsledků v trojrozměrném prostoru.

Regulační diagramy znázorňují proměnlivost

znaků během výroby a umožňují rozlišovat mezi náhodnými a systematickými chybami.

Všechny nástroje jsou prostředky pro popis a ovládnutí složitých systémů. Technická kontrola musí statisticky hodnotit znaky zajišťující vysokou odolnost procesu proti poruchám. Softwarové vybavení pro využití v pivovarské kontrole jsme popsali v práci [4].

6. METODY, PŘÍSTROJE A KONTROLNÍ POSTUPY

Obecně se kontrola přesouvá na místo vzniku závad. Na dislokované laboratoře v lahvárnách pravděpodobně naváží dislokované laboratoře pro CKT. Ještě lepší je poskytnout možnosti měření přímo obsluze zařízení, pokud se ovšem získají dostatečně přesné a robustní metody.

Přístroje mohou zahrnovat levné víceúčelové kolorimetry, měřiče obsahu oxidu uhličitého, nebo ostatní provozní měřiče s dostatečnou přesností. Například měření obsahu oxidu uhličitého a vzduchu je možné přesunout přímo k plniči, průtokové měřiče přímo do místností ležáckých, nebo přetlačných tanků.

V současnosti testujeme nový měřič oxidu uhličitého v pivu stočeném do lahví, který vznikl zdokonalením vstřikovacího přístroje, známého z produkce bývalé vývojové dílny Jihočeských pivovarů. Prototyp přístroje, který vyrobily Pacovské strojírní, a. s., je nyní dostatečně odolný pro přímé použití v provozu.

Klíčovým požadavkem některých provozních měřičů je jejich kalibrace. V mnoha případech se např. v provozu měří koncentrace extraktu, ale varní hlášení přitom nesouhlasí se skutečností a dokonce se vypočítávají zpětně.

Všeobecný směr vývoje směřuje k analytickým metodám, využitelným k ovládnutí procesu přímo ve výrobě. Protože standardnost výrobku spočívá ve standardnosti surovin a standardnosti procesů, lze použít rychlé, účinné a levné metody a přístroje, vhodné pro měření na místě, popř. dražší automatické měřiče.

Jako příklady rychlých a jednoduchých metod, orientovaných na hlavní kvašení, mohou sloužit stanovení hustoty a koncentrace kvasnic, jejich kontaminace, rychlé modelování hlavního kvašení a měření aktivity kvasnic [8–11].

Aby prostředky technické kontroly zvládly tyto úkoly s dostatečnou rychlostí, předpokládá se další rozšíření výpočetní techniky. Po rozšíření počítačů v ekonomice, skladovém hospodářství a obytu nastal čas pro průnik počítačů do výrobní sféry, řízení jakosti a strategického plánování.

Na trhu je nyní několik systémů, umožňujících optimální řešení těchto problémů v nejrůznějších cenových hladinách a poskytujících různé služby. Z dosavadního výkladu je patrné, že technická kontrola je důležitou částí takových systémů, kte-

ré zahrnují archivaci a aktualizaci technologických postupů, včetně volby vybraných regulačních míst a prostředků k úspěšné regulaci. Správný výběr je velmi důležitý, protože náhrada již instalovaného systému je velmi nákladná.

Pro analýzu výrobních procesů je opět možné použít SPC, aplikovanou vhodným způsobem. V nejjednodušším provedení postačí manuální sběr základních dat, umožňující jejich vhodnou strukturalizaci, spolu s databází, matematickým aparátem pro interpolaci a extrapolaci neúplných dat a SPC.

Tento aparát umožňuje hodnotit proměnlivost procesů a tím i hospodárnost, tj. jakost a výrobní náklady. Tento postup lze použít i u malých pivovarů a vycházet z něj při instalaci velkých výpočetních systémů.

Zavádění systémů řízení výroby ilustrují zkušenosti ze zahraničí. Tento proces obsahoval různé etapy (generace), přičemž např. první generace zahrnovala automatizaci jednotlivých strojů včetně laboratorních přístrojů, druhá etapa automatizovala provozní úlohy, třetí se zaměřila na automatické řízení rozsáhlých procesů a v současnosti se optimalizují principy umělé inteligence. Tento proces probíhal po dvacet let, ale přitom se musí přihlížet k postupnému zdokonalování výpočetní techniky, jejíž úroveň byla na počátku nízká.

V ekonomických ukazatelích přinesl tento vývoj např. v pivovaru Kirin přibližně dvojnásobný nárůst výstavu, pokles zaměstnanců na polovinu a nárůst objemu výstavu piva na zaměstnance a rok na čtyřnásobek. Pro názornost uvádíme hodnotu produktivity 8 600 hl na rok a zaměstnance pro rok 1992 [12].

7. ZÁVĚR

Z dosavadních úvah vyplývá nutnost systémového budování technické kontroly v blízké budoucnosti. Pro zachování výborné kvality českého piva při přiměřených výrobních nákladech se to stane nezbytností.

Výsledkem systémového pojetí technické kontroly je přesunout řízení a regulaci procesu na místo, kde se mohou poprvé projevit hlavní rušivé vlivy. To předpokládá seznámit se podrobně s mechanismem procesů a jejich parametry, poskytnout výrobě jednoduché a odolné analytické metody a přístroje a upozornit na možné příčiny selhání.

Z této skutečnosti vyplývají úkoly pro vzdělávání dělníků a techniků, vývoj nových metod, zajištění automatických systémů řízení a zpracování získaných dat v přijatelné ceně.

Od statistické kontroly znaků procesu se musí přejít k statistické kontrole průběhu dávkových procesů, na kterém se zakládá pivovarská výroba.

Výběr vhodných znaků, jejich hodnot a rozptylu jsou základním kritériem pro vysokou účinnost

kontroly. Tímto směrem se ovšem kontrola ubírala po celou historii pivovarství a i nadále bude spočívat v tradičním pivovarském umění citlivě a také kriticky reagovat na nové změny v našem průmyslu. Moderní vědecké postupy a systémové pojetí kontroly může pivovarským odborníkům tuto cestu usnadnit. Bez respektování tohoto faktu se kontrola může částečně zatěžovat zbytečnou prací, což vede k snížení její účinnosti a nakonec ke ztrátě důvěry v její účelnost.

Základem technické kontroly musí být vysoká kvalifikace personálu, schopnost používat nástrojů k porozumění procesů, existence rychlých metod, levných a robustních přístrojů a volba kontrolního systému podle zásad inženýrství jakosti.

LITERATURA

- [1] LHOTSKÝ, A.: Technická kontrola sladařské a pivovarské výroby. 1. vyd., SNTL Praha, 1957.
- [2] ISHIKAWA, K.: Co je celopodnikové řízení jakosti. Japonská cesta., 1. vyd., Česká společnost pro jakost, Bartoš—QSV, Č. Budějovice, 1994.
- [3] MEILGAARD, M. C.: MBAA Techn. Quart. **28**, 1991, s. 132—141.
- [4] ŠAVEL, J.: Kvas. prům., **39**, 1993, s. 232—235.
- [5] MÜLLER, W. K.—POHL, H. U.: Brauwelt, **134**, 1994, s. 1763—1771.
- [6] MIZUNO, S.: Řízení jakosti., 1. vyd. Victoria Publishing, Praha, 1994.
- [7] DERDELINCKX, G.—MAUDOUX, M.—COLLIN, S.—DUFOUR, J. P.: Mschr. Brauwiss., **47**, 1994, s. 88—93.
- [8] ŠAVEL, J.—PROKOPOVÁ, M.: Kvas. prům., **40**, 1994, s. 9—12.
- [9] ŠAVEL, J.—ZDVIHALOVÁ, D.—PROKOPOVÁ, M.: Kvas. prům., **40**, 1994, s. 70—73.
- [10] ŠAVEL, J.—PROKOPOVÁ, M.: Kvas. prům., **40**, 1994, s. 198—202.
- [11] ŠAVEL, J.—PROKOPOVÁ, M.: Kvas. prům., **40**, 1994, s. 325—328.
- [12] OHNISHI, T.—YOSHIDA, H.—KONO, T.: MBAA Techn. Quart., **31**, 1994, s. 26—31.

Šavel, J.: Technická kontrola v pivovarech. Kvas. prům., **41**, 1995, č. 2, s. 33—44.

Systémové pojetí technické kontroly v pivovarech musí vycházet z nasycenosti trhu a z toho plynoucích úkolů technické kontroly. Jakost se definuje jako schopnost přesvědčit odběratele, aby zvolil vlastní výrobek na úkor konkurence. Změny technologie musí směřovat ke snižování výrobních nákladů a růstu jakosti. Kontrola se musí přesunout na místa vzniku závad, a proto jsou zapotřebí dostatečně přesné, rychlé a levné přístroje, použitelné přímo v provozu. Od statistické kontroly výrobků se musí přejít k statistické kontrole procesů. Pro rozeznání příčin mezi expandujícími a výrobu snižujícími podniky v prostředí nasyceného trhu je důležitá analýza limitujících prvků. Uvádí se použití nástrojů TQM a ISO norem 9000 v pivovarství a příklady rych-

lých metod pro hodnocení várečných kvasnic a průběhu hlavního kvašení.

Šavel, J.: Engineering Inspection in Brewery. Kvas. prům., **41**, 1995, No. 2, pp. 33—44.

System conception of engineering inspection in brewery must be founded on market saturation and from this resulting tasks of engineering inspection. The quality is defined as an ability to persuade a customer to select a home-made product at the expense of competition. Changes in technology must be aimed at decreasing of production costs and quality boost. Inspection must be shifted to places where malfunctions arise which calls for sufficient exact, rapid and low-priced instruments, applicable directly in operation. The statistical products inspection must be replaced by statistical process inspection. For discerning the causes between expanding and production decreasing enterprises in the environment of saturated market, it is important to perform analysis of limiting elements. The application of TQM instruments and ISO 9000 standards in the brewery branche are discussed together with models of rapid methods of brewing yeast assessment and primary fermentation course.

Šavel, J.: Brautechnische Kontrolle in den Brauereien. Kvas. prům., **41**, 1995, Nr. 2, S. 33—44.

Die Systemkonzeption der technischen Kontrolle in den Brauereien muß aus der Marktsättigung und daraus sich ergebenden Aufgaben der technischen Kontrolle ausgehen. Die Qualität wird als Fähigkeit definiert, den Abnehmer zu überzeugen, ein heimisches Produkt zum Nachteil der Konkurrenz zu wählen. Die Änderungen in Technologie müssen auf Senkung der Produktionskosten und auf Qualitätssteigerung gezielt sein. Die Kontrolle muß auf Fehlerentstehungsort verschoben werden und aus diesem Grund sind genügend genaue, schnelle und billige Instrumente notwendig, die unmittelbar im Betrieb anwendbar sind. Man muß von der statistischen Kontrolle der Produkte zur statistischen Prozesskontrolle übergehen. Um die Ursachen zwischen den expandierenden und produktionsenkenden Betrieben im Milieu des gesättigten Marktes zu unterscheiden, gewinnt die Analyse der begrenzenden Elementen an Wichtigkeit. Angeführt wird die Anwendung von TQM Instrumenten und ISO 9000 Normen in der Bierbrauerei sowie Beispiele von rapiden Methoden zur Brauereihefenbeurteilung und Verlauf der Hauptgärung.

Шавел, Я.: Технический контроль на пивовароводах. Квас. прум., **41**, 1995, № 2, стр. 33—44.

Системная концепция технического кон-

троля на пивозаводах должна исходить из насыщенности рынка и вытекающих из этого задач технического контроля. Качество определяется как способность убедить потребителя дать предпочтение собственному продукту за счет конкуренции. Изменения в технологии должны быть направлены на снижение издержек производства, и поэтому необходимо располагать достаточно точными, быстродействующими и дешевыми инструментами, которые можно применять непосредственно

в ходе производства. От статистического контроля продуктов нужно перейти к статистическому контролю процессов. Чтобы распознать причины между экспандирующими и производство понижающими предприятиями в среде насыщенного рынка, приобретает на важности анализ лимитирующих элементов. Приводится применение инструментов TQM и норморяда ISO 9000 в области пивоварения и примеры быстрых методов при оценке пивных дрожжей и ход главного брожения.