

# Programovatelná kalkulačka (HP 97) v pivovarské laboratoři

Ing. JAN ŠAVEL, Jihočeské pivovary, n. p., České Budějovice  
Ing. JIŘÍ ŠATAVA, Jihočeské drůbežářské závody, n. p., Vodňany

## Úvod

V posledních letech se na trhu jako novinka objevily tzv. programovatelné kalkulačky. Od známých a v pivovarských laboratořích běžně používaných kalkulaček se liší možností provádět i dlouhé a složité výpočty automaticky se zadánými vstupními daty. Program se vytváří podobně jako při ručním výpočtu, tj. zaznamenáním sledu tlačítek s čísly nebo funkcemi. Program obsahuje i další údaje, např. instrukce pro opakování částí programu a jeho větvení v závislosti na okamžitých hodnotách probíhajícího výpočtu apod.

Programovatelných kalkulaček se v laboratoři může použít na různých úrovních. Náhrada výpočtu dosud prováděných klasickým způsobem je nejjednodušší příklad, složitější je vzájemné propojení kalkulačky s laboratorními přístroji, automatický sběr dat a jejich vyhodnocování, popř. řízení přístrojů. Další oblastí použití je shromažďování dat, jejich třídění a využívání k řízení jakosti nebo výroby.

Poměrně zdlouhavé pivovarské analýzy (tj. rozbor piva a sladu) se v současnosti podařilo podstatně zkrátit zavedením automatických nebo poloautomatických analyzátorů. V těchto případech se doba výpočtu blíží době rozboru a nasazení programovatelné kalkulačky nebo minipočítáče je nezbytné.

Společnou nevýhodou moderních analyzátorů je jejich vysoká cena, proto se mohou uplatnit pouze ve velkých centrálních laboratořích. V ostatních (např. podnikových) laboratořích postačí použít kalkulaček k zrychlení výpočtu.

Ceny jednoduchých programovatelných kalkulaček se pohybují v rozmezích 200 až 1000 US dolarů. Nejznámější jsou výrobky amerických firem Hewlett Packard a Texas Instruments. Pro ilustraci uvádíme dva příklady použití kalkulačky HP 97 (Hewlett Packard) v podnikové pivovarské laboratoři.

Vlastnosti HP 97 jsou podrobně popsány v odborné literatuře. Rozměry a hmotnost kalkulačky: délka 229 mm, šířka 203 mm, výška 64 mm, hmotnost 1,1 kg. Součástí kalkulačky je tepelná tiskárna s pásem papíru šířky 58 mm. Hotové programy se mohou uchovat na magnetických štítcích a kdykoliv do kalkulačky znova vložit. K přednostem HP 97 patří tzv. automatický stack, který spolu se systémem obrácené polské logiky podstatně zkracuje délku programu. Kromě stacku má HP 97 224 kroků programovací paměti a 26 přímo nebo nepřímo adresovatelných pamětí.

## Rozbor piva

K výpočtu refraktometrického nebo destilačního rozboru piva se kromě příslušných vzorců (ČSN 56 0186) používá pivovarských tabulek. V programu se tabulky nahrazují vhodným empirickým vzorcem, který se nachází v literatuře nebo vypočte podle použitých tabulek.

Program umožňuje zpracovat výsledky refraktometrických i destilačních rozborů piva. Před vlastním výpočtem se z klávesnice vloží hmotnost plného pyknometru s pivem, identifikační číslo pyknometru a refrakce. Po odstartování programu se v paměti vyhledá hmotnost prázdného pyknometru a jeho vodní hodnota a vypočte měrná hmotnost. Postupně se počítají zdálivý a skutečný extrakt, alkohol, původní stupňovitost a skutečný a zdálivý stupeň prokvašení.

Jednoduchý podprogram umožní po dosažení každého výsledku rozhodnout, zda se výsledky budou tisknout, nebo se pouze objeví na displeji.

Před výpočtem destilačního rozboru se opět vloží hmotnosti pyknometrů se zbytkem po destilaci i s alkoholem a jejich identifikační číslo. Po výpočtu skutečného extraktu, alkoholu, původní stupňovitosti a skutečného stupně prokvašení se program zastaví.

V některých laboratořích se správnost rozboru kontroluje ještě stanovením zdálivého extraktu a porovnáním měrné hmotnosti piva se součtem měrných hmotností alkoholu a zbytku po destilaci zmenšeném o jednotku. Teoreticky se obě vypočtené hodnoty mají rovnat, rozdíly  $\pm 5 \cdot 10^{-5}$  se obvykle pokládají ještě za přijatelné. Větší rozdíly svědčí o chybách nebo o nepečlivé práci.

V programu se na tuto kontrolu pamatuje výpočtem rozdílu obou uvedených hodnot. Po prvém zastavení programu při výpočtu destilačního rozboru se mohou nebo nemusí z klávesnice dodat hmotnost pyknometru s pivem a jeho číslo. Po opětovném spuštění programu se buď program zastaví a vrátí na začátek (údaje nebyly vloženy), nebo se vypočtu zdálivý extrakt, zdálivý stupeň prokvašení a veličina charakterizující přesnost práce.

Hmotnosti prázdných pyknometrů a vodní hodnoty jsou zaznamenány na magnetických štítcích (10 pyknometrů na jednom štítku), z nichž se před výpočty uloží do paměti kalkulačky. Také celý program je zaznamenán na jediném štítku, takže výpočet lze zahájit po přehrání štítku během několika sekund.

Hotový program jsme odzkoušeli s hodnotami běžných rozborů 8, 10, 11, 12% piva i nízkoalkoholového piva Pito. Přitom se dosáhlo dobré shody ( $\pm 0,01\%$  koncentrace alkoholu a extraktu) s hodnotami zjišťovanými obvyklým způsobem (tj. s tabulkami).

Příklady výpočtu refraktometrického a destilačního rozboru piva uvádí tab. 1. U refraktometrického rozboru (a) jsou shora dolů tyto hodnoty: číslo rozboru, zdálivý extrakt, skutečný extrakt, obsah alkoholu, původní stupňovitost, skutečný a zdálivý stupeň prokvašení. Podobně u destilačního rozboru (b) je nahoře číslo rozboru, pak skutečný extrakt, alkohol, původní stupňovitost a skutečný stupeň prokvašení. Jsou-li známé ještě hmotnost pyknometru s pivem a jeho číslo (c), vytiskne se dále zdálivý extrakt, zdálivý stupeň prokvašení a kontrola přesnosti rozboru.

Podle našeho měření je doba výpočtu s běžnou elektronickou kalkulačkou a tabulkami u refraktometrického rozboru asi 5 min, u destilačního rozboru s kontrolou 6 až 8 min. S programovatelnou kalkulačkou trvá výpočet refraktometrického rozboru 30 s, destilačního 1 min. Celková teoretická úspora je např. jen u refraktometrických rozborů piva v podnikové laboratoři [asi 3000 rozborů ročně (205 h/rok)].

## Vyhodnocování jakosti piva

Jako druhý příklad jsme zvolili vyhodnocování jakosti piva v národním podniku. Výpočet srovnáváme s vyhodnocováním jakosti velkým počítáčem.

Pro počítací se výsledky rozborů přepisují z laboratorních deníků do speciálních formulářů, které se odesílají ke zpracování. Přibližně po třech týdnech se do

laboratoře vracejí zpracované výsledky. Zahrnují znovu přepsané laboratorní knihy, zařazení vzorků do jednotlivých skupin jakosti, vyhodnocení limitů jakosti a přehled vzorků zařazených do skupin jakosti B, C<sub>A</sub>, C<sub>B</sub>.

155	188	188
2.36	4.45	4.45
3.83	4.09	4.09
3.23	12.36	12.36
10.14	64.01	64.01
62.22		2.59
76.77		79.09
		0.00003

a : refraktometrický rozbor piva

b : destilační rozbor piva

c : destilační rozbor piva s kontrolou

Obr. 1. Záznam z tiskárny HP 97 (rozbor piva)

V našem případě jsme místo předepsaných formulářů použili v laboratoři běžně používané sumáře výsledků, které obsahují i strojově nezpracovávané znaky (např. mikroskopický obraz sedliny piv). Tyto sumáře jsou přehlednější než tiskopisy pro počítač a umožňují lépe sledovat souvislosti mezi výsledky rozborů. Skupina jakosti se vyznačí graficky (např. B kroužkem, C<sub>A</sub> trojúhelníkem, C<sub>B</sub> čtverečkem), čímž lépe vyniknou vzájemné souvislosti. Zařazení do skupin dokáže zkušený pracovník dříve, než laborantka vyplní tiskopis pro velký počítač.

Program pro HP 97 vychází ze zadání čísla závodu, měsíce a počtu vzorků skupiny A, B, C<sub>A</sub> a C<sub>B</sub>. Tyto údaje jsou na první pohled patrné z laboratorního sumáře výsledků.

Po odstartování programu se u každého závodu zakódují počty vzorků jednotlivých skupin jakosti do charakteristického čísla. Kódování spočívá na zařazení počtu vzorků skupin jakosti jako celé části a různých zlomkových částí jediného čísla.

Tiskárna vytiskne měsíc, rok a číslo závodu. Dále se vytisknou celkový počet vzorků, počty A, B, C<sub>A</sub> a C<sub>B</sub> a jejich procentní podíl a limit jakosti. Tak se postupuje u všech závodů. Po výpočtu posledního závodu se stejným postupem vyhodnotí jakost podniku v součtu. Po ukončení výpočtu se údaje pro další použití přehrání na magnetický štítek.

Po zpracování běžného měsíce se do kalkulátoru vsune štítek s výsledky minulého měsíce. Po odstartování programu se automaticky vytiskne kumulace jakosti obou měsíců podle jednotlivých závodů i za celý podnik. Tak se mohou uchovávat a kumulovat výsledky jednotlivých měsíců, čtvrtletí, pololetí a roku, jak je to v praxi obvyklé.

Program pro vyhodnocování jakosti se opět vejde na jeden magnetický štítek. Pro tisk jsme zvolili zkrácený způsob pro šetrení papírovou páskou (tab. 2). V příkladu se uvádí vyhodnocení října 1978 pro závod 1 se 110 vzorky, z nichž bylo 48 A (43,6 %), 60 B (54,5 %), 1 C<sub>A</sub> (0,9 %) a 1 C<sub>B</sub> (0,9 %). Ukazatel (limit) jakosti byl 86,18 bodu.

Operativnost tohoto způsobu vyhodnocování jakosti vyniká ve srovnání se způsobem zpracování velkým počítačem. Výsledky z programovatelné kalkulačky spolu s laboratorním sumářem umožňují získat všechny informace pro řízení jakosti prakticky kdykoliv, neboť výpočet hodnocení jakosti všech závodů i podniku včetně vstupu dat je kratší než 1 h.

10.1978
1.0110
48.436
60.545
1.009
1.009
86.18

Obr. 2. Záznam z tiskárny HP 97 (jakost piva)

Namísto řádově kilogramů potištěného papíru jsou potřebné údaje na gramech pásky a jsou přehlednější. Náklady na zpracování velkým počítačem jsou nesrovnatelně vyšší, programovatelnou kalkulačku obsluhuje pracovník, který výsledků využívá a který může operativně měnit program. Při tomto způsobu zpracování se proto nezvyšuje počet pracovníků, ale šetří čas.

## Závěr

Uvedené příklady popisují pouze malou část využití programovatelné kalkulačky v pivovarské laboratoři a provozu. Na nejjednodušší úrovni (zpracování výsledků) uvádíme namátkou další možnosti: výpočet rozborů sladu a trídění výsledků rozborů, rychlý výpočet pasteračních jednotek ze záznamu termografu, statistické zpracování výsledků (kontrola lahví a korunkových uzávěrů, v oblasti výroby výpočty extraktových bilancí, THN, kapacit apod. Za poněkud vyšší cenu lze získat kalkulátory umožňující sběr a zpracování většího souboru dat a jejich uchovávání. Další možnosti je přímé propojení s laboratorními přístroji, popř. jejich řízení.

**Šavel J., Šatava J.: Programovatelná kalkulačka (HP 97) v pivovarské laboratoři.** Kvas. prům. 25, 1979, č. 5, s. 102 až 104.

Článek uvádí možnosti použití programovatelné kalkulačky v pivovarské laboratoři. Pro HP 97 (Hewlett Packard) jsou popsány programy pro výpočet refraktometrických i destilačních rozborů piva a vyhodnocování jakosti piva. Již pouhé zpracování výsledků rozborů šetří čas laboratorních pracovníků a snižuje výskyt chyb. Další možnosti použití jsou: výpočty rozborů a hodnocení jakosti ječmene a sladu, stanovení pasteračního účinku, statistické zpracování výsledků, výpočet spotřebních norem, bilance extraktu apod.

**Шавел, Я. — Шатава, Ю.: Применение малых компьютеров в лабораториях пивоваренных заводов.** Квас. прум. 25, 1979, № 5, стр. 102—104.

В статье намечена область рационального применения в лабораториях пивоваренных заводов малых, программируемых компьютеров. В качестве примера приведены программы для вычислительной машины Хьюлитт Пэкард ХП 97 при ее использовании для оценки качества

пива по результатам рефрактометрических и дистилляционных анализов. Обработка данных с помощью ЭВМ экономит много времени и уменьшает возможность появления ошибок. Показаны дальнейшие области возможного применения: оценка качества ячменя и союла на основании результатов анализов, определение эффективности пастеризации, разработка статистик, расчет норм расхода, расчет баланса экстрагирования и тд.

**Šavel J., Šatava J.: Minicalculators — Useful Helpers in Laboratories of Brewing Industry.** Kvas. prům. 25, 1979, No. 5, pp. 102—104.

The article deals with the range of problems which can be resolved in the laboratory of a brewery by using a Hewlett Packard HP 97 calculator. The authors present programs for evaluating refractometric and distillation analyses of beer as well as its quality. Data processing saves much time of laboratory workers and reduces considerably occurrence of errors. Other fields of application are: analyses of barley, evaluation of barley and malt quality, evaluation of pasteurization

efficiency, analyses of statistics data, specification of consumption norms, calculation of extracts yields etc.

**Šavel J., Šatava J.: Programmierbarer Kleinrechner (HP 97) im Brauereilaboratorium.** Kvas. prům. 25, 1979, No. 5, S. 102—104.

Der Artikel informiert über die Möglichkeiten der Anwendung der programmierbaren Kalkulationsmaschine im Brauereilaboratorium. Für den Kleinrechner HP (Hewlett Packard) 97 sind die Programme für die Berechnung der refraktometrischen und Destillationsanalysen des Bieres und die Auswertung der Bierqualität beschrieben. Bereits die Verarbeitung der Analysenergebnisse spart die Zeit der Laborarbeiter und verringert die Zahl der vorkommenden Fehler. Weitere Anwendungsmöglichkeiten sind folgende: Analysenberechnungen und Qualitätsauswertungen von Gerste und Malz, Bestimmung des Pasteurisierungseffektes, statistische Verarbeitung der Ergebnisse, Ausrechnen der Verbrauchsnormen, Extraktbilanzen u. a. m.