

Ke kapacitním výpočtům lahváren

ANTONÍN KRATOCHVÍLE, Jihočeské pivovary, n. p., České Budějovice

683.5

Vývoj spotřeby piva zaznamenal v posledních letech prudký vzestup. Vedle celkové spotřeby roste také podíl lahvového piva. Dr Kutter ve svém článku [Schweizer Brauerei-Rundschau 1. 77, 1966 : 1] uvádí celosvětový přehled.

Z tabulky 1 je zřejmé, že za 65 let našeho století se výstav piva celkem zvýšil na 217 %, ale výstav lahvového piva dosáhl za stejné období úrovně 1625 %! Vedle těchto skutečností se neustále zmenšuje průměrná velikost lahví, a to znamená další zvýšení počtu stočených lahví.

Ani naše země nejsou ušetřeny podobného vývoje, i když růst lahvového piva není tak pronikavý jako v zahraničí. Přesto, že poptávka po lahvové pivo stoupá přinejmenším úměrně s růstem celkové spotřeby, nejsou dnes pivovary schopny tuto poptávku uspokojit a podíl lahvového piva v posledních letech klesá. Důvodem je nedostatek lahvárenských kapacit a jejich nízká technická úroveň a z toho vyplývající vysoká pracnost při výrobě lahvového piva. Naproti tomu v mnoha evropských státech byl zaznamenán prudký vzestup lahvového piva. Tuto skutečnost dostatečně dokumentují tabulky 2 a 3.

Nová soustava řízení nutí pivovary v daleko vyšší míře respektovat přání spotřebitele a také dlou-

hodobý perspektivní plán pivovarského oboru počítá, že podíl lahvového piva dosáhne 70 %. Proto v současné době vystupuje mnohem častěji a důrazněji otázka, jaká kapacita se má instalovat v tom kterém pivovaře.

Domnívám se, že pro tento úkol nelze v plné míře použít technické publikace STI MPP č. 180 z r. 1965 „Zjišťování a plánování výrobních kapacit v potravinářském průmyslu“.

Citované pokyny určují kapacitu lahvárenské linky vztahem:

$$K = Fv \cdot N$$

kde K je kapacita [hl/rok];

Fv — využitelný časový fond [h];

N — norma výkonu [hl/h].

Využitelný časový fond Fv je pro lahvárny stanoven 4620 h/rok a norma výkonu N je definována jako nejvyšší dosahovaný výkon zařízení s vyloučením různých nedostatků.

Jednoduchý výpočet podle těchto směrnic:

Lahvárenská linka Delta 08/BTS 24/KK má štítkový výkon 4000 lahví/h, počítáme-li za normu výkonu 90 % štítkového výkonu, pak $N = 4000 \times 0,9 = 3600$ lahví/h = 18 hl/h.

Kapacita $K = Fv \cdot N = 4620 \times 18 = 83\,160$ hl/rok

Počítáme-li tedy např. 50 % lahvového piva, znamenalo by to, že kolona Delta 08/BTS 24/KK by odpovídala pivovaru s ročním výstavem 163 320 hl.

Ale v letním měsíci, který představuje např. 12,5 % ročního výstavu činí v tomto pivovaru výstav lahvového piva:

$$166\,320 \times 0,5 + 0,125 = 10\,400 \text{ hl}$$

a má-li pivovar např. 1,5 % rozbitného, pak je nutno v měsíci stočit:

$$10\,400 \times 101,5 = 10\,556 \text{ hl piva.}$$

Zpětně lze vypočítat, kolik hodin denně se bude muset stáčet v letním měsíci na této koloně:

Norma výkonu je 18 hl/h a počítejme 25 stáčecích dnů:

$$10\,556 : 18 = 587 \text{ h/měs.}$$

$$587 : 25 = 23,4 \text{ h/den.}$$

Absurdnost tohoto závěru je jasná a i praxe učí, že žádnému pivovaru s výstavem asi 160 000 hl/rok nestačí jedna kolona na 4000 lahví/h.

Volba velikosti lahvové kolony

Chtěl bych se pokusit poukázat na jednotlivé faktory, ovlivňující velikost lahvové kolony, která má být v tom kterém závodě instalována. Jde o:

Rv — roční výstav piva celkem [hl/rok];

L — podíl lahvového piva v ročním výstavu [%];

Mm — sezónnost vyjádřená maximálním výstavem v letním měsíci z ročního výstavu [%];

K_1 — průměrný počet lahví na 1 hl [ks];

K_2 — účinnost lahvové kolony [%];

R — rozbitné [%],

Tabulka 1

Rok	Výstav celkem mil. hl	Lahvové pivo		Průměrná velikost láhve v l	Počet lahví miliard
		%	mil. hl		
1900	240	10	24	0,7	3,5
1925	240	30	72	0,6	12
1950	280	50	140	0,5	28
1955	340	60	200	0,47	42
1960	420	70	295	0,45	65
1965	520	75	390	0,42	90
1970	650	80	520	0,40	130

Tabulka 2

Vývoj spotřeby piva v ČSSR

Rok	Pivo celk. tis. hl	Lahvové pivo tis. hl	Podíl lahví %	Spotř. piva l/1 obyv.
1959	13 588	5 581	41,1	96,9
1960	14 093	5 838	41,4	100,4
1961	11 911	6 162	41,3	104,8
1962	15 705	6 300	40,1	109,9
1963	16 580	6 473	38,9	115,6
1964	17 827	6 836	38,3	124,4

Tabulka 3

Podíl lahvového piva v různých státech v r. 1964

% z celkového výstavu			
ČSSR	38,3	Rakousko	76,0
NSR	66,0	Švýcarsko	81,0
Itálie	87,0	Jugoslávie	95,0

H — počet provozních hodin v měsíci s max. výstavem [h].

Vycházím z předpokladu, že má-li se zajistit dostatek lahvového piva i v letních měsících s max. výstavem, je nutno výpočet provést ne na rok, jak to uvažují výše uvedené směrnice, ale na letní měsíc s max výstavem a pro ten jsou uvedené veličiny v tomto rozsahu:

Nutný instalovaný výkon

$$NV = \frac{R_v \cdot L \cdot M_m \cdot K_1}{H \cdot K_2 \cdot (100 - R)} \quad [\text{lahví/h}]$$

Příklad:

Pivovar A: roční výstav	$R_v = 300\,000$ hl/rok
podíl lahvového piva	$L = 40\%$
sezónnost	$M_m = 11\%$
počet provozních hodin	$H = 330$ h
rozbitné	$R = 2\%$
účinnost kolony	$K_2 = 80\% = 0,8$
počet lahví na 1 hl	$K_1 = 200$ ks

Podle výše uvedeného vztahu by měl pivovar A mít nutný instalovaný výkon:

$$\frac{300\,000 \cdot 0,40 \cdot 0,11 \cdot 200}{330 \cdot 0,8 \cdot \frac{100 - 2}{100}} = 10\,250 \text{ lahví/h}$$

Takto vypočtený nutný instalovaný výkon se musí zajistit instalováním kolony nebo kolon, které mají určité typizované štítkové výkony. Na rozhodování o tom, která konkrétní kolona se má instalovat nemají vliv proměnné veličiny R_v , L , M_m , K_1 a R , které jsou zpravidla předem dány. Konkrétní volba kolony se tedy promítne do veličin H a K_2 . Tyto veličiny by se měly důkladně prověřit, zda jsou jejich hodnoty v praxi dosažitelné a únosné.

Diskuse vlivu některých veličin

1. *Sezónnost*, vyjádřená M_m se stanoví průměrem maximálních měsíčních výstav z posledních 4 až 5 roků s vyloučením extrémních hodnot a s přihlédnutím k tendencím vývoje a deformacím skutečnosti následkem nedostatečného zásobování. Podle charakteru odbytové oblasti se tato hodnota pohybuje od 10,5 % (vyloženě průmyslová oblast) do 13 %, popř. výše ve vyloženě zemědělské nebo rekreační oblasti.

2. *Velikost lahví* — vyjádřená K_1 , co se rovná počtu lahví na 1 hl piva. U běžných velikostí lahví K_1 činí:

Láhev obsahu 0,36 l	— 278
0,50 l	— 200
0,68 l	— 147

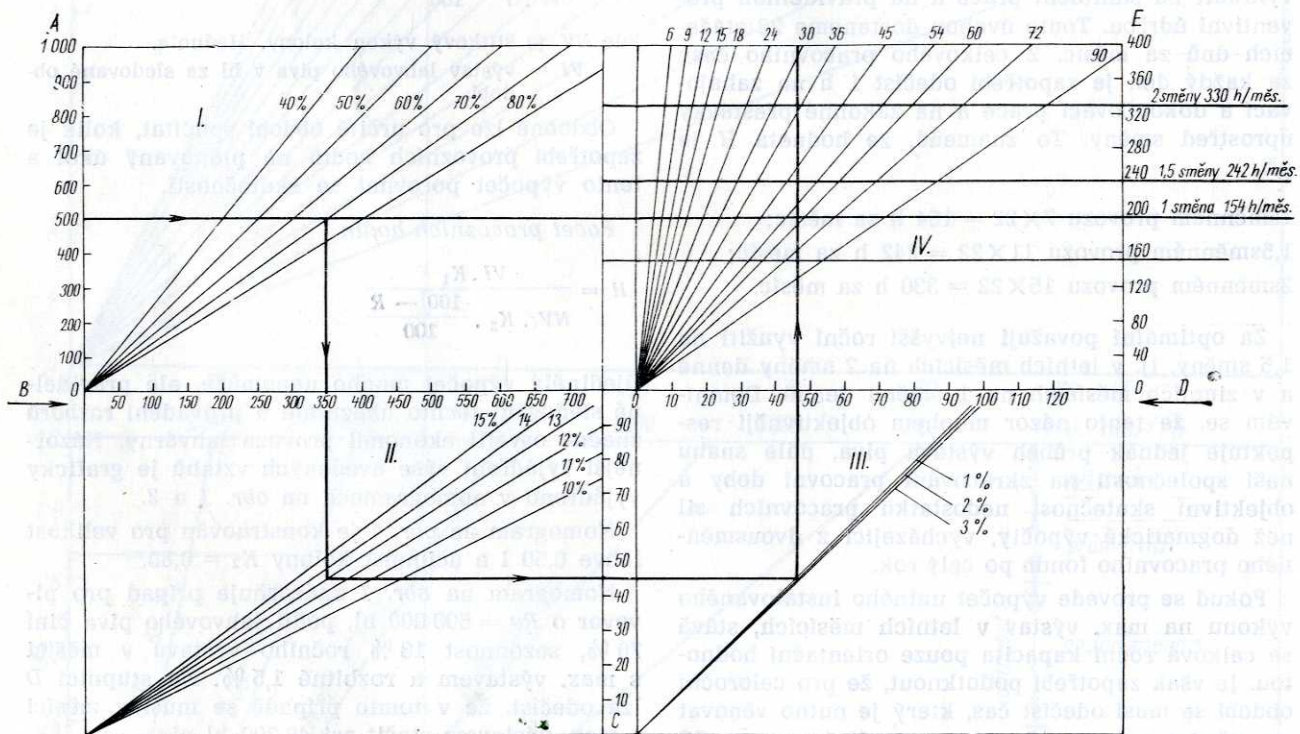
Při různém sortimentu lahví se musí váženým průměrem vypočítat průměrná velikost láhve a z toho pak koeficient K_1 .

3. *Účinnost lahvové kolony*, označená K_2 je dána poměrem

$$\frac{\text{praktický výkon}}{\text{štítkový výkon}}$$

V praxi se tento koeficient pohybuje v rozmezí 0,80 až 0,90. Klesne-li pod 0,80, znamená to velmi nízkou technickou a organizační úroveň lahvárny.

Na hodnotu K_2 mají vliv poruchy strojního zařízení, vzpříčení a rozbití lahví, pění piva, špatná obsluha, změny stáčených druhů piv, změna druhu lahví, korunek nebo etiket, nedostatečný přísun



Obr. 1. Sdružený nomogram instalovaného výkonu lahvové linky v závislosti na ročním výstavu, podílu lahvového piva, sezónnosti a rozbitném

Stupnice: A roční výstav pivovaru R_v v 1000 hl/rok; B — roční výstav lahvového piva v 1000 hl/rok; C — lahvové pivo

v měsíci max. výstavu v 1000 hl; D — objem lahvového piva, které se musí s max. výstavem stočit v 1000 hl. Přímkou: I — podíly lahvového piva od 40 do 80 %; II — sezónnost od 10 do 15 % měsíce s max. výstavem; III — rozbitné 1,2 a 3 %; IV — instalované výkony lahvořenských linek v 1000 hl/h; E — výsledná stupnice udávající počet provozních hodin, ve kterých se musí provozovat instalované zařízení.

lahví apod. S vyšším směnným využitím kolony koeficient K_2 zpravidla klesá.

Pro dobrou účinnost lahvové kolony je důležité sladit výkony jednotlivých strojů celé linky. Účinnost se počítá na výkon plniče. Ostatní stroje linky před i za plničem mají mít určitou výkonovou rezervu. Např. rovná-li se výkon plniče 100, pak by jednotlivé stroje v lince měly mít tento výkon:

vykládač lahví	120
myčka lahví	110 až 115
plnicí blok	100
paster	110
etiketovačka	115 až 120
vkładač lahví	120

Tyto kapacitní rezervy strojů vyrovnávají zejména výkyvy a poruchy mezioperační dopravy, které nelze v praxi zcela vyloučit a které mají nepříznivý vliv na účinnost celé kolony.

Důležitým požadavkem je pravidelná a odborná údržba, pravidelné generální opravy, pravidelné čištění strojů, dobře organizovaný přísun lahví a materiálu. Vedoucím větších lahváren by proto měl být dobrý organizátor — strojař. Dodržení vyššího koeficientu K_2 u kolon vyšších výkonů je obtížnější než u malých kolon.

4. Počet stáček (provozních) hodin

V hodnotě H se vychází z počtu dní průměrného měsíce po odečtení nedělí a sobot, které je nutno vyhradit na sanitační práce a na pravidelnou preventivní údržbu. Touto úvahou dostaneme 22 stáček dnů za měsíc. Z celkového pracovního času za každý den je zapotřebí odečíst 1 h na zahajovací a dokončovací práce a na zákonné přestávky uprostřed směny. To znamená, že hodnota H je při:

- 1směnném provozu $7 \times 22 = 154$ h za měsíc;
- 1,5směnném provozu $11 \times 22 = 242$ h za měsíc;
- 2směnném provozu $15 \times 22 = 330$ h za měsíc.

Za optimální považují nejvyšší roční využití na 1,5 směny, tj. v letních měsících na 2 směny denně a v zimních měsících na 1 směnu denně. Domnívám se, že tento názor mnohem objektivněji respektuje jednak průběh výstavu piva, dále snahu naší společnosti na zkracování pracovní doby a objektivní skutečnou nedostatku pracovních sil než dogmatické výpočty, vycházející z dvousměnného pracovního fondu po celý rok.

Pokud se provede výpočet nutného instalovaného výkonu na max. výstav v letních měsících, stává se celková roční kapacita pouze orientační hodnotou. Je však zapotřebí podotknout, že pro celoroční období se musí odečíst čas, který je nutno věnovat na střední opravu SO nebo generální opravu GO celé lahvové linky. V průměru je možno v souladu se směrnicemi MPP počítat na SO 3 týdny a na GO 6 týdnů. V celoročním období pak veličina H — počet provozních hodin má v jednotlivých případech hodnotu uvedenou v tabulce 4.

Tabulka 4

Průměrná směnnost	1		1,5		2,0	
V roce je prováděna	SO	GO	SO	GO	SO	GO
Počet provozních h/den	7	7	11	11	15	15
Počet provozních h/měs.	154	154	242	242	330	330
Odpočet za opravy h	105	210	165	330	225	450
Počet provozních h/rok	1743	1638	2739	2574	3735	3510

Výše uvedené hodnoty udávají počet provozních hodin, tj. hodin stáčení. Pro úvahu o počtu odpracovaných a zaplacených hodin, které tvoří mzdové náklady na lahvové pivo je nutno připočítat čas na nezbytnou pravidelnou denní a týdenní sanitaci a hygienu. Dostaneme odpracované hodiny, ke kterým se musí připočítat neodpracované, ale placené hodiny (dovolená, nemocnost, apod.).

Na denní sanitaci včetně zákonných přestávek se počítá 1 hodina denně. Pro týdenní sanitaci a hygienu, která je nezbytným předpokladem nejen pro kvalitu výrobku, ale i pro dosažení vyšší účinnosti se musí počítat 4 až 5 hodin.

Použití uvedených vztahů pro kontrolu provozu

Matematickou úpravou výše uvedeného vzorce lze uvedených vztahů použít pro kontrolu a řízení lahvárenského provozu.

Účinnost lahvové kolony za určité období

$$K_2 = \frac{VI \cdot K_1}{NV \cdot H} \cdot \frac{100 - R}{100} \cdot (\%)$$

kde NV je štitkový výkon kolony. Hodnota.

VI — výstav lahvového piva v hl za sledované období.

Obdobně lze pro určité období spočítat, kolik je zapotřebí provozních hodin na plánovaný úkol a tento výpočet porovnat se skutečností.

Počet provozních hodin

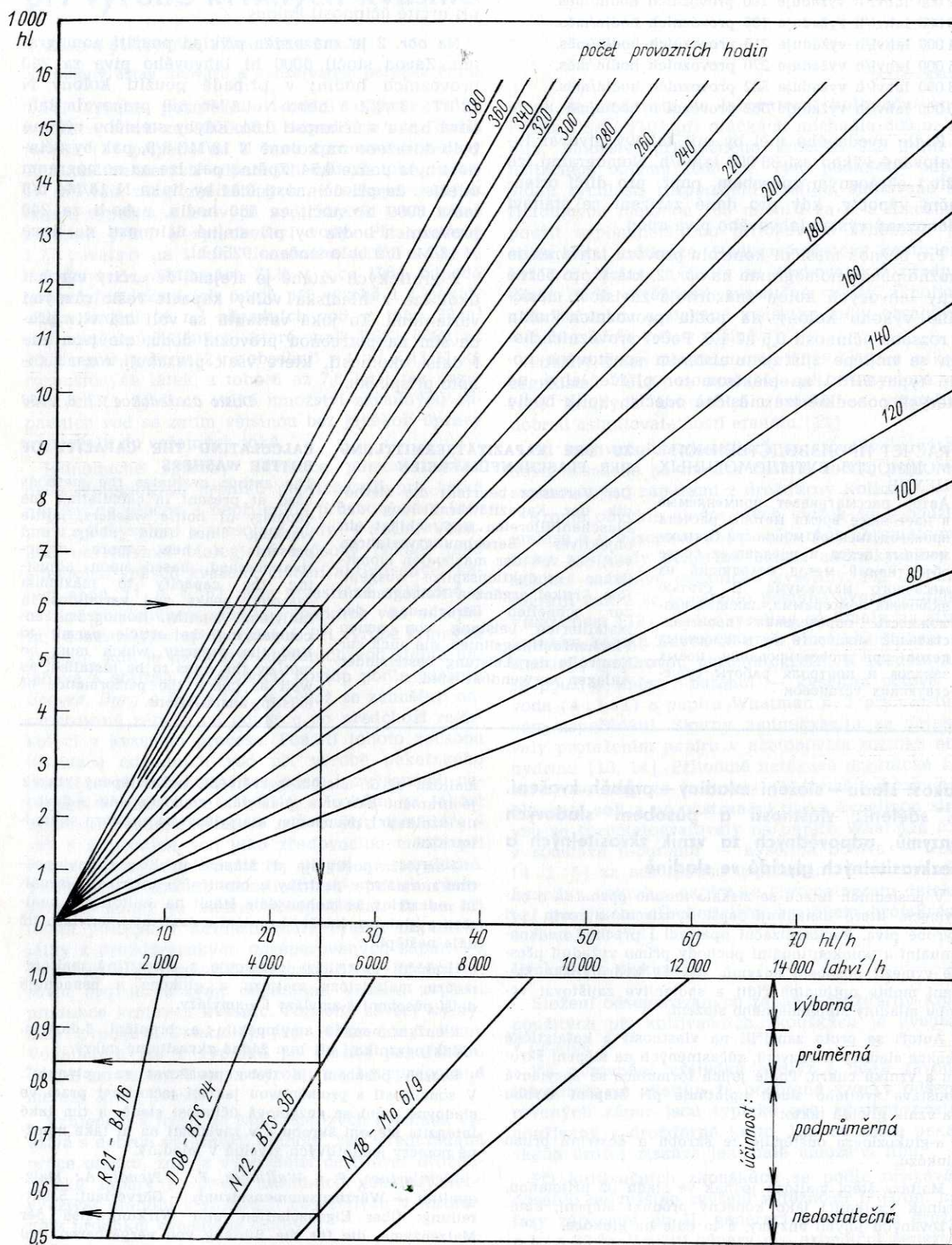
$$H = \frac{VI \cdot K_1}{NV \cdot K_2 \cdot \frac{100 - R}{100}}$$

Ojedinelý výpočet mnoho nepomůže, ale pravidelné sledování těchto ukazatelů a provádění rozborů značně osvětlí ekonomii provozu lahvárny. Národnější vyjádření výše uvedených vztahů je graficky vyjádřeno v nomogramech na obr. 1 a 2.

Nomogram na obr. 1 je konstruován pro velikost láhve 0,50 l a účinnost kolony $K_2 = 0,80$.

Nomogram na obr. 1 znázorňuje případ pro pivovar o $Rv = 500\,000$ hl, podíl lahvového piva činí 70 %, sezónnost 13 % ročního výstavu v měsíci s max. výstavem a rozbitné 1,5 %. Na stupnici D lze odečíst, že v tomto případě se musí v měsíci s max. výstavem stočit asi 46 200 hl piva.

Na výsledné části nomogramu lze přibližně odečíst různé variantní možnosti kapacitního dimenzování lahvovny předmětného pivovaru. Jednotlivé varianty se liší počtem provozních hodin, které se odečtou na výsledné stupnici E:



Obr. 2. Nomogram účinnosti lahvové linky

Např. instalovaný výkon

90 000 lahví/h vyžaduje	128 provozních hodin/měs.
72 000 lahví/h vyžaduje	160 provozních hodin/měs.
60 000 lahví/h vyžaduje	196 provozních hodin/měs.
54 000 lahví/h vyžaduje	216 provozních hodin/měs.
45 000 lahví/h vyžaduje	270 provozních hodin/měs.
36 000 lahví/h vyžaduje	322 provozních hodin/měs.
30 000 lahví/h vyžaduje	382 provozních hodin/měs.

Podle uvedeného měl by mít takový pivovar instalovaný výkon asi 36 000 lahví/h. Nomogramu lze užít i obráceným způsobem, popř. pro dílčí orientační výpočty, kdy pro dané zařízení se stanoví plánovaný výstav lahvového piva apod.

Pro běžnou měsíční kontrolu provozu lahváren je možno použít nomogramu na obr. 2, který pro běžné typy lahvových kolon znázorňuje závislost měsíčního výkonu kolony na počtu provozních hodin v rozsahu účinnosti 0,5 až 1,0. Počet provozních hodin se nejlépe zjišťuje umístěním součtových hodin typu SHS 1 na elektromotor plniče lahví, na kterých pohodlně lze měsíčně odečíst, kolik hodin

byl plnič v provozu. Obráceně pak je možno tohoto nomogramu využít ke stanovení potřebného počtu provozních hodin na splnění plánovaného úkolu při určité účinnosti kolony.

Na obr. 2 je znázorněn příklad použití nomogramu. Závod stočil 6000 hl lahvového piva za 240 provozních hodin; v případě použití kolony N 12/BTS 33/RZ 8 nebo N L2/Mo 6/9 pracovala lahvová linka s účinností 0,84. Kdyby stejného výkonu bylo dosaženo na koloně N 18/MO 6/9, pak by účinnost byla pouze 0,54. Zpětně pak lze na nomogramu odečíst, že při účinnosti 0,84 by linka N 18/Mo 6/9 měla 6000 hl stočit za 160 hodin, nebo-li za 240 provozních hodin by při stejné účinnosti na lince N 18/Mo 6/9 bylo stočeno 9250 hl.

Z grafických vztahů je zřejmé, že určitý výrobní úkol lze z hlediska volby kapacit řešit různými variantami. To jaká varianta se volí má vliv především na potřebnou provozní dobu, ale jsou zde i další okolnosti, které však přesahují rozsah tohoto příspěvku.

Došlo do redakce 23. 6. 1966

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ БУТЫЛОМОЕЧНЫХ ЦЕХОВ

Автор рассматривает применяемые в настоящее время методы расчета производственной мощности бутылomoечных цехов и предлагает более объективный метод исходящий из месячного максимума. В статью включена номограмма, дающая возможность определения производственной мощности бутылomoечных цехов при проектировании новых заводов и контроля работы существующих установок.

ZU DER KAPAZITÄTSMITTLUNG DER FLASCHENFÜLLEREIEN

Der Verfasser beurteilt die Methodik der Kapazitätsermittlung der Flaschenfüllereien und schlägt ein objektives Berechnungsverfahren vor, das von der maximalen monatlichen Produktionsspitze ausgeht. Den Artikel ergänzen Nomogramme zur schnellen Berechnung der installierten Leistung von neuen Flächenfüllungslinien, die auch zur Kontrolle der Leistung bestehender Anlagen verwendbar sind.

CALCULATING THE CAPACITY OF BOTTLE WASHERS

The author evaluates the methods used at present in calculating the capacity of bottle washers, bottle washing lines and shops and presents a new, more objective method, based upon adjusting the capacity to maximum seasonal peaks and variations in individual months. Nomograms accompanying the article permit to find the capacity which must be met by the lines to be installed, as well as check the performance of existing installations.