

**Předmět:** Technologické projekty a manipulace – 3. ročník, bakalářský  
 Technologické projekty – 4. ročník, magisterský

## 5] KAPACITNÍ PROPOČET KOTLÁRNY (MOSTÁRNY A SVAŘOVNY)

Svařovna závodu kotlárna, jež je součástí podniku, vyrábějícího chemická zařízení, vyrábí tlakové nádoby v objemovém množství  $5\,000\text{ tun.rok}^{-1}$  v následujícím členění:

Zadání: Tlak. nádob [ks]	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
$Q_1$	100	85	90	70	75	80	85	90	95	95
$Q_2$	50	60	55	70	60	55	55	60	60	50
$Q_3$	100	100	95	110	100	95	100	110	115	110
$Q_4$	30	35	30	30	25	25	30	30	35	35
Celkem [ks]	280	280	270	280	260	255	270	290	305	290
$t_a$ [OH]	5,5	5,4	5,4	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
$t_r$ [OH]	1,5	1,8	1,8	1,8	1,8	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4

Výpočet (pro zadání č. 1)

100 ks nádob o hmotnosti $12\text{ t.ks}^{-1}$	celkem tedy $1\,200\text{ t.rok}^{-1}$
50 ks nádob o hmotnosti $18\text{ t.ks}^{-1}$	celkem tedy $900\text{ t.rok}^{-1}$
100 ks nádob o hmotnosti $20\text{ t.ks}^{-1}$	celkem tedy $2\,000\text{ t.rok}^{-1}$
30 ks nádob o hmotnosti $30\text{ t.ks}^{-1}$	celkem tedy $900\text{ t.rok}^{-1}$
<b>280 ks nádob</b>	<b>Úhrnem <math>5\,000\text{ t.rok}^{-1}</math></b>

Při zpracování kapacitního propočtu svařovny se často shodně jako při propočtu kotlární či mostárny nezjišťují potřebné dílčí hodnoty pro každý jednotlivý výrobek, obsažený ve výrobním programu. Byla by to zdlouhavá a neúčelná práce. Potřebné hodnoty stanovíme tzv. **výběrem reprezentanta** (představitele) výroby. Předpokladem použití tohoto typu výpočtu však je, že všechny výrobky jsou si přibližně konstrukčně i materiálově podobné a jsou i blízké technologie jejich výroby.

Při rozsáhlé struktuře se celý sortiment rozčlení do příbuzných skupin a teprve pak se z každé skupiny vybere reprezentant. Pro výběr platí podmínka, že každý představitel může zastupovat pouze takovou část výrobků, v níž hmotnost nejmenšího výrobku  $Q_{\min}$  je alespoň polovina hmotnosti představitele  $Q_0$  a hmotnost největšího výrobku  $Q_{\max}$  nepřesáhne dvojnásobek jeho hmotnosti:

$$Q_{\min} \geq \frac{Q_0}{2}$$

$$Q_{\max} \leq 2 \times Q_0$$

Na základě uvedeného pravidla vybereme ze stanoveného výrobního programu reprezentanta a zkontrolujeme platnost daných podmínek:

a) provedeme **výběr reprezentanta a kontrolu správnosti výběru**:

Největší celkovou hmotnost představuje v daném sortimentu nádoba kusové hmotnosti  $Q_0 = 20$  t, jež je vyráběna v množství  $100 \text{ ks.rok}^{-1}$  – proto za představitele volíme tento výrobek. Nyní provedeme kontrolu správnosti výběru dle uvedených mezních kritérií:

$Q_{\min} \geq \frac{Q_0}{2}$	$12 \geq \frac{20}{2}$	$12 \geq 10$	<b>vyhovuje</b>
$Q_{\max} \leq 2 \times Q_0$	$30 \leq 2 \times 20$	$30 \leq 40$	<b>vyhovuje</b>

Vybraný reprezentant dané výroby vyhovuje podmínkám.

b) pro další výpočet provedeme **označení jednotlivých výrobků**, zahrnutých do výběru:

Typ nádoby	Označení
Nádoba 12 tun	$Q_1$
Nádoba 18 tun	$Q_2$
<b>Nádoba 20 tun</b>	<b><math>Q_0</math></b>
Nádoba 30 tun	$Q_3$

c) **spotřeba materiálu**: z materiálových norem reprezentanta stanovíme – opíšeme jeho materiálovou spotřebu – pro náš případ je materiálová skladba reprezentanta následující:

Druh materiálu	Spotřeba materiálu
hrubé plechy	15,0 tun
lisovaná dna	4,0 tun
litá ocel	1,2 tun
tyčové železo	1,0 tun
elektrody	0,5 tun
<b>spotřeba materiálu celkem</b>	<b>21,7 tun</b>

Dále provedeme **přepočítání hmotnosti** všech kusů skupiny na představitele: Počet kusů všech výrobků skupiny převedeme na počet kusů směrného výrobku (reprezentanta) vynásobením příslušného počtu ks převodním součinitelem hmotnosti  $k_m$ :

$$k_m = \frac{Q_x}{Q_0}$$

jež definuje poměr hmotností převáděného výrobku k hmotnosti představitele.

Výrobek	Plánovaný počet ks	$k_m$	Převedený počet ks
$Q_1$	100	$12 / 20 = 0,6$	$100 \times 0,6 = 60$ kusů
$Q_2$	50	$18 / 20 = 0,9$	$50 \times 0,9 = 45$ kusů
$Q_0$	100	$20 / 20 = 1,0$	$100 \times 1,0 = 100$ kusů
$Q_3$	30	$30 / 20 = 1,5$	$30 \times 1,5 = 45$ kusů
	<b>280</b>		<b><math>N_{pm} = 250</math> kusů</b>

Převedený počet kusů převodním součinitelem hmotnosti – materiálu je tedy  $N_{pm} = 250$  kusů.

Vynásobením převedeného počtu kusů  $N_{pm}$  přímou hrubou materiálovou skladbou reprezentanta zjistíme materiálovou spotřebu celé skupiny (celého objemového množství) dle stanoveného programu:

Druh materiálu	Spotřeba materiálu skupiny
hrubé plechy	$15,0 \text{ tun} \times 250 = 3\,750 \text{ tun}$
lisovaná dna	$4,0 \text{ tun} \times 250 = 1\,000 \text{ tun}$
litá ocel	$1,2 \text{ tun} \times 250 = 300 \text{ tun}$
tyčové železo	$1,0 \text{ tun} \times 250 = 250 \text{ tun}$
Elektrody	$0,5 \text{ tun} \times 250 = 125 \text{ tun}$
<b>spotřeba materiálu celkem</b>	<b>5 425 tun</b>

#### d) Stanovení počtu pracovišť, strojů a dělníků:

Typy pracovišť:– příprava materiálu (řezání, vypalování, značení, rovnání, apod.);  
 – svařovna (svařování);  
 – obrobna (hoblování, frézování, vrtání, apod.);  
 – lisovna (stříhání, řezání, lisování, ohýbání, skružování, apod.);  
 – montáž (dílců i skupin) včetně nátěrů;  
 – expedice  
 – mezisklady

Pro zjednodušení uvažujeme pouze s výpočtem svařovny.

Z výkonových norem vyžaduje reprezentant následující časovou skladbu svářečských prací:

$t_a = 5,5 \text{ OH.ks}^{-1}$  .....(norma spotřeby času pro automatické svařování – práce na elektrickém svářecím automatu);

$t_r = 1,5 \text{ OH.ks}^{-1}$  .....(norma spotřeby času pro ruční práce – práce ručního elektrického svařování);

Celkem  $7,0 \text{ OH.ks}^{-1}$  práce svářečů.

Potom je možno vypočítat u celé skupiny pracnost. Pro převod všech výrobků skupiny na počet kusů směrného výrobku (reprezentanta) použijeme opět převodního součinitele, který je pro pracnost dán vztahem:

$$k_p = \sqrt[3]{\left(\frac{Q_x}{Q_o}\right)^2} = \sqrt[3]{k_m^2}$$

$$k_p = \sqrt[3]{0,6^2} = \sqrt[3]{0,36} = 0,71$$

$$k_p = \sqrt[3]{0,9^2} = \sqrt[3]{0,81} = 0,93$$

$$k_p = \sqrt[3]{1^2} = \sqrt[3]{1} = 1$$

$$k_p = \sqrt[3]{1,5^2} = \sqrt[3]{2,25} = 1,31$$

Výrobek	Plánovaný počet ks	$k_p$	Převedený počet ks
Q <sub>1</sub>	100	0,71	71
Q <sub>2</sub>	50	0,93	47
Q <sub>0</sub>	100	1	100
Q <sub>3</sub>	30	1,31	39
	<b>280</b>		<b>N<sub>pp</sub> = 257 ks</b>

Vynásobením převedeného počtu kusů  $N_{pp}$  výkonovou normou reprezentanta zjistíme potřebný efektivní čas pro celé množství výrobků stanoveného programu v části jak automatického svařování, tak i svařování ručního:

$$t_a \times N_{pp} = 5,5 \times 257 = 1\,414 \text{ OH} \dots\dots\dots \text{el. svářečský automat};$$

$$t_r \times N_{pp} = 1,5 \times 257 = 386 \text{ OH} \dots\dots\dots \text{ruční svařování};$$

Svařování celkem.....**1 800 OH**

### Roční časové fondy:

Při 255 pracovních dnech a 42 hodinách pracovního týdnu má průměrný pracovní den 8,4 hodin. Pro stroje počítáme součinitel využití 0,9 (s ohledem na poruchy a preventivní opravy), potom roční jmenovitý fond stroje, pracujícího na 1 směnu:

$$F_p = 255 \times 8,4 \times 0,9 = 1\,928 \text{ hodin};$$

Pro ruční práce se roční počet 255 pracovních dnů zmenší o dovolenou ( $\emptyset$  18 dnů) a nemocnost ( $\emptyset$  18 dnů – jinak z výkazu uplynulého roku), t. j. o 36 pracovních dnů (se svátky, So a Ne bylo již uvažováno při stanovení počtu 255 dnů), takže skutečný roční fond dělníka je 219 pracovních dnů, t. j.:

$$F_d = 219 \times 8,4 = 1\,840 \text{ hodin};$$

Rozdíl mezi  $F_p$  a  $F_d$  bude nahrazen přesčasovou prací.

Z uvedeného výpočtu ročních časových fondů stanovíme počet potřebných dělníků, strojů a pracovišť:

Svářečský automat je s ohledem na obsluhu polohovadla obsazen 1 svářečem a 1 pomocníkem. Z výkonové normy je tedy úhrnná pracovní doba:

$$\underline{U \text{ svářeče}}: 1\,414 + 386 = 1\,800 \text{ OH};$$

$$\underline{U \text{ pomocníka}}: 1\,414 \text{ OH (je obsazen pouze u svářečského automatu)}$$

**Počet svářečů** vypočítáme podle vzorce:

$$D_s = \frac{N_{pp} \times (t_a + t_r)}{F_d} = \frac{1800}{1840} = 0,978 = 1 \text{ svářeč}$$

**Počet pomocníků** potom je:

$$D_s = \frac{N_{pp} \times t_a}{F_d} = \frac{1414}{1840} = 0,768 = 1 \text{ pomocník}$$

Z uvedeného výpočtu je patrné, že pro svaření celého objemového množství 280 ks nádob o hmotnosti 13 až 30 t.ks<sup>-1</sup> postačí **1 pracoviště, obsazené 1 svářečem a 1 pomocníkem v jednosměnném provozu.**

Počet strojů vypočítáme ze vzorce (pro novou výrobu se volí směnnost s = 2):

- **Svářecí automaty:**

$$P_1 = \frac{N_{pp} \times t_a}{F_p \times s} = \frac{257 \times 5,5}{1928 \times 2} = 0,36 \cong 1 \text{ automat}$$

- **Svářecí agregáty pro ruční svařování:**

$$P_2 = \frac{N_{pp} \times t_r}{F_p \times s} = \frac{257 \times 1,5}{1928 \times 2} = 0,10 \cong 1 \text{ agregát}$$

Z výpočtu je patrné, že kapacitně je pro danou výrobu plně dostačující 1 svářecí automat a 1 svářecí agregát, u nichž je možno přebývající kapacitu dále řešit.