

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

2] KAPACITNÍ PROPOČET LISOVNY NÁDOBÍ

Zpracujte kapacitní propočet lisovny kuchyňského nádobí (velkosériová výroba) včetně zajištění výroby polotovarů v nástřihové lince. Počet nástřihových linek navrhnete z posouzení možných variant.

Zadání: Dané hodnoty výroby jsou v mil. ks.rok⁻¹:

Zadání:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Hrnce Ø 12 ÷ 18 cm	0,8	0,85	0,83	0,89	0,90	0,7	0,72	0,75	0,75	0,70
Ø 20 ÷ 26 cm	0,7	0,72	0,75	0,73	0,78	0,6	0,70	0,65	0,70	0,75
Rendlíky Ø 12 ÷ 18 cm	1,5	1,10	1,40	1,65	1,55	1,2	1,25	1,28	1,30	1,35
Ø 20 ÷ 26 cm	1,0	1,12	1,10	1,12	1,20	0,8	0,85	0,80	0,90	0,85
Poklice Ø 12 ÷ 18 cm	1,6	1,80	1,75	1,70	1,80	1,3	1,32	1,60	1,50	1,60
Ø 20 ÷ 26 cm	1,9	1,85	2,10	2,05	2,10	1,6	1,65	1,70	1,80	2,00
Celkem [mil.ks.rok⁻¹]:	7,5	7,44	7,93	8,14	8,33	6,2	6,49	6,78	6,95	7,25

Výpočet (pro zadání č. 1)

A) Kapacitní propočet nástřihové linky na výrobu přístřihů (rondelů):

Tloušťka plechu:	1 mm
Šířka svitku plechu:	650 mm
Délka svitku plechu [I_s]:	cca 1 000 m
Hmotnost svitku plechu [G]:	cca 5 000 kg
Nástřihový lis o síle:	5 000 kN
Maximální teoretický počet zdvihů:	50 zd.min ⁻¹ (3 000 zd.hod ⁻¹)
Ø rychlosti odvíjení:	35 až 45 m.min ⁻¹
Praktický počet zdvihů [n]:	30 zd.min ⁻¹ (1 800 zd.hod ⁻¹)
Počet pracovních dnů v roce:	254
Směnnost [s]:	2 (to je 16 hodin)
Využití linky:	0,7
Ztrátovost linky (10 %), koeficient:	0,9
Součinitel využití lisu:	0,5
Ztrátovost lisu (20 %), koeficient:	0,8

Výpočet času pro odvíjení svitku:

$$t_m = \frac{l_s}{v} = \frac{1\,000}{40} = \mathbf{25\,minut};$$

volím: Ø rychlost odvíjení svitku $v = 40\,m.min^{-1}$;

Průměrná rychlost odvíjení svitku $0,5\,m.s^{-1}$ je uvažována vzhledem k maximální rychlosti podávání do lisu, která činí $0,715\,m.s^{-1}$ (v některé literatuře uváděna maximální rychlost podávání $50\,m.min^{-1}$).

Pracovní cyklus včetně zavedení nového svitku ($t_z = 15\,min$):

$$t_c = t_m + t_z = 25 + 15 = \mathbf{40\,min};$$

Teoretický počet svitků za den (2 směny):

$$S_t = \frac{(16 \times 60)}{40} = \mathbf{24 \text{ ks svitků.den}^{-1}};$$

Vzhledem k poruchovosti, výměnám nástrojů a prostojům volíme součinitel 0,7 a potom praktický počet svitků za den bude:

$$S_p = 0,7 \times S_t = 0,7 \times 24 = 16,8 \cong \mathbf{17 \text{ svitků.den}^{-1}};$$

Hmotnost svitků:

- za den $G_d = S_p \times G = 17 \times 5 = \mathbf{85 \text{ t.den}^{-1}}$;
- za rok $G_r = G_d \times \text{počet pracovních dnů} = 85 \times 254 = \mathbf{21\ 590 \text{ t.rok}^{-1}}$;

Výrobnost linky (počet rondelů za 1.směnu):

$$\begin{aligned} \text{Výr}_m &= n \times \text{využití linky} \times \text{koeficient ztrátovosti} \times \text{počet rondelů.zdvih}^{-1} = \\ &= 30 \times 0,7 \times 0,9 \times 1 = \mathbf{18,9 \text{ rondelů.min}^{-1}}; \end{aligned}$$

$$\text{výr}_s = \text{Výr}_m \times 8 \times 60 = 18,9 \times 8 \times 60 = \mathbf{9\ 072 \text{ rondelů.směnu}^{-1}};$$

$$\text{výr}_d = s \times \text{výr}_s = 2 \times 9\ 072 = \mathbf{18\ 144 \text{ rondelů.den}^{-1}};$$

$$\text{výr}_r = 254 \times \text{výr}_d = 254 \times 18\ 144 = \mathbf{4\ 608\ 576 \text{ ks rondelů . rok}^{-1}}$$
 při dvousměnném provozu.

Při práci bez nástřihové linky (s využitím lisů síly 5 000 kN se 4 zdvihy.min⁻¹) je zapotřebí při dvousměnném provozu celkem:

$$\text{výr}_{r(\text{lis})} = 254 \times 16 \times 60 \times 4 \times 0,5 \times 0,8 \times 1 = \mathbf{390\ 144 \text{ ks rondelů.rok}^{-1}}$$

Počet lisů:

$$n = \frac{4\ 608\ 576}{390\ 144} = 11,81 \cong \mathbf{12 \text{ lisů}};$$

Potřeba pracovních sil k obsluze nástřihové linky ve dvousměnném provozu by byla 8 dělníků (zavádění svitků do válců, kontrola chodu linky).

K obsluze 12 lisů, potřebných pro stejnou výrobnost jako u nástřihové linky by bylo zapotřebí ve dvousměnném provozu cca 24 dělníků (výrobní dělníci + pomocníci u hotových výlisků – přístřihů do meziskladu nebo k lisování).

Z uvedeného je patrné, že pro velkosériovou a hromadnou výrobu je ekonomicky i technologicky a projekčně výhodnější řešení s nástřihovou linkou.

B) Kapacitní propočet vlastní lisovny pro výrobu nádobí:

Roční kapacita výroby – viz. zadání č. 1.

Další potřebné údaje:

- strojní směnnost (s) = 2;
- počet pracovních dnů.rok⁻¹ = 254 dnů;

- roční hodinový fond výrobního dělníka = 1 850 hod.rok⁻¹;
- roční hodinový fond 1 lisu při dvou směnách = 4 000 hod.rok⁻¹

Podle potřebné tažné síly a velikosti přístřihu jsou použity následující typy lisů s těmito parametry:

Typ lisu	I.	II.	III.
Maximální Ø přístřihu [mm]	360	480	620
Maximální síla lisu [kN]	250	350	500
Teoretický počet zdvihů.min ⁻¹	11	9	7
Praktický počet zdvihů.den ⁻¹	8 448	6 912	5 376

Praktický počet zdvihů.den⁻¹ = počet prakticky využitelných minut.den⁻¹ × teoretický počet zdvihů.den⁻¹;

Den při s = 2 je 16 hodin a při uvažování využití tažných lisů je počet prakticky využitelných minut za den roven $U = 16 \times 60 \times \eta = 16 \times 60 \times 0,8 = 768 \text{ min.den}^{-1}$; (využitelnost $\eta = 0,8$)

Potom praktický počet zdvihů.den⁻¹ u jednotlivých typů tažných lisů je:

$$p_I = \text{teoretický počet zdvihů.min}^{-1} \times U = 11 \times 768 = 8\,448 \text{ zdvihů.den}^{-1};$$

$$p_{II} = \text{teoretický počet zdvihů.min}^{-1} \times U = 9 \times 768 = 6\,912 \text{ zdvihů.den}^{-1};$$

$$p_{III} = \text{teoretický počet zdvihů.min}^{-1} \times U = 7 \times 768 = 5\,376 \text{ zdvihů.den}^{-1}$$

Výpočet potřebných tahů za den:

Výrobek	Ø ks.den ⁻¹ + 10 % na zmetky	Počet tahů	Lis č.	Počet tahů.den ⁻¹
hrnce Ø 12 ÷ 18 cm	$(800\,000 / 254) \times 1,1 = 3\,464,6$	3	I.	$3\,464,6 \times 3 = 10\,393,8$
Ø 20 ÷ 26 cm	$(700\,000 / 254) \times 1,1 = 3\,031,5$	3	III.	$3\,031,5 \times 3 = 9\,094,5$
rendlíky Ø 12 ÷ 18 cm	$(1\,500\,000 / 254) \times 1,1 = 6\,496$	2	I.	$6\,496 \times 2 = 12\,992$
Ø 20 ÷ 26 cm	$(1\,000\,000 / 254) \times 1,1 = 4\,330,7$	2	II.	$4\,330,7 \times 2 = 8\,661,4$
poklice Ø 12 ÷ 18 cm	$(1\,600\,000 / 254) \times 1,1 = 6\,929,2$	1	I.	$6\,929,2 \times 1 = 6\,929,2$
Ø 20 ÷ 26 cm	$(1\,900\,000 / 254) \times 1,1 = 8\,228,4$	1	I.	$8\,228,4 \times 1 = 8\,228,4$

Počet tahů na jednotlivých lisech.den⁻¹ je součtem v posledním sloupci:

Lis č. I.: $10\,393,8 + 12\,992 + 6\,929,2 + 8\,228,4 = 38\,543,4 \text{ tahů.den}^{-1}$;

Lis č. II.: $8\,661,4 \text{ tahů.den}^{-1}$;

Lis č. III.: $9\,094,5 \text{ tahů.den}^{-1}$

Potřeba lisů:

$$n = \frac{\text{potřebný počet tahů.den}^{-1}}{\text{praktický počet zdvihů.den}^{-1}}$$

$$\text{Lisy č.I.: } n_I = \frac{38\,543,4}{8\,448} = 4,56 \cong \mathbf{5 \text{ lisů}};$$

$$\text{Lisy č.II.: } n_{II} = \frac{8\,661,4}{6\,912} = 1,25 \cong \mathbf{2 \text{ lisy}}$$

$$\text{Lisy č.III.: } n_{III} = \frac{9\,094,5}{5\,376} = 1,69 \cong \mathbf{2 \text{ lisy}}$$

U lisu III. volíme 1 ks, vzhledem k tomu, že je možno kapacitně využít lisu II.

Výroba bude tedy zajištěna součtem lisů **I.+II.+III. = 5 + 2 + 1 = 8 lisů.**

Uvedeným kapacitním propočtem jsme zjistili, že požadovanou výrobu je možno zajistit s použitím 8 ks lisů příslušných typů. Dle zkušeností a hrubým propočtem můžeme k výpočtu přiřadit i celkovou potřebu pracovníků.

C) Kontrola kapacity nástřihové linky ve vztahu k propočtu lisovny:

Roční kapacita výroby.....	7 500 000 ks.rok ⁻¹ ;
10 % zmetkovitost celkové výroby.....	750 000 ks.rok ⁻¹ ;
Požadovaná kapacita výroby rondelů.....	8 250 000 ks.rok ⁻¹ ;
Skutečná kapacita nástřihové linky při dvousměnném provozu.....	4 608 576 ks.rondelů.rok ⁻¹ ;

1. Varianta

Třisměnný provoz nástřihové linky (s = 3):

$$\text{výr}_d = s \times \text{výr}_s = 3 \times 9\,072 = \mathbf{27\,216 \text{ rondelů.3směny}^{-1}};$$

$$\text{výr}_r = 254 \times \text{výr}_d = 254 \times 27\,216 = \mathbf{6\,912\,864 \text{ ks rondelů . rok}^{-1}} \text{ při třisměnném provozu};$$

Paralelní provoz dvou nástřihových linek ve třisměnném provozu zajistí:

$$6\,912\,864 \times 2 = \mathbf{13\,825\,728 \text{ rondelů.rok}^{-1}};$$

Závěr: Uvedené množství, zajištěné paralelním provozem dvou nástřihových linek ve třisměnném provozu překračuje požadovaný objem. K plnému kapacitnímu zajištění výroby rondelů bude dostačovat zhruba při 50 % výkonnosti linek.

2. Varianta

Dvousměnný provoz nástřihové linky (s=2):

$$\text{výr}_d = s \times \text{výr}_s = 2 \times 9\,072 = \mathbf{18\,144 \text{ rondelů.den}^{-1}};$$

$$\text{výr}_r = 254 \times \text{výr}_d = 254 \times 18\,144 = \mathbf{4\,608\,576 \text{ ks rondelů . rok}^{-1}} \text{ při dvousměnném provozu.}$$

Paralelní provoz tří nástřihových linek ve dvousměnném provozu zajistí:

$$4\,608\,576 \times 2 = \mathbf{9\,217\,152 \text{ ks.rondelů.rok}^{-1}};$$

Závěr: Uvedené množství, zajištěné paralelním provozem dvou nástřihových linek ve Dvousměnném provozu překračuje stejně jako v první variantě požadovaný objem. Potřebné množství rondelů 8,25 mil. ks bude zajištěno taktéž zhruba při 89 % výkonnosti linek.

3. Varianta

Třísměnný provoz nástřihové linky (s = 3):

$$v_{r_d} = s \times v_{r_s} = 3 \times 9\,072 = \mathbf{27\,216 \text{ rondelů} \cdot 3\text{směny}^{-1}};$$

$$v_{r_r} = 254 \times v_{r_d} = 254 \times 27\,216 = \mathbf{6\,912\,864 \text{ ks rondelů} \cdot \text{rok}^{-1}} \text{ při třísměnném provozu};$$

Zbývajících potřebných 1 337 136 ks ($8\,250\,000 - 6\,912\,864 = 1\,337\,136$ ks) bude zajištěno jednosměnným provozem další nástřihové linky s dílčím využitím samostatného lisu (pro větší velikost rondelů) nebo využitím nástřihových plánů z tabulí plechu ($9\,072 \text{ rondelů} \cdot \text{směnu}^{-1} \times 254 = 2\,304\,288 \text{ ks rondelů} \cdot \text{rok}^{-1}$).

Závěr: Linka bude pro zbývající počet rondelů využita zhruba na 89 %.

Závěr: Která z variant je projekčně a ekonomicky nejvýhodnější?