

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

TECHNOLOGICKÉ PROJEKTY A
MANIPULACE S MATERIÁLEM

(řešené příklady a učební texty)

Zpracoval : Doc. Ing. Pavel Rumíšek, CSc.

V Brně srpen 2002

O b s a h :

1. Kapacitní propočty výrobních systémů	3
1.1. Hrubý kapacitní propočet výroby pomocí přímých a nepřímých ukazatelů	4
1.2 Kapacitní propočet výroby pomocí volby představitele (reprezentanta)	11
1.3 Přibližný kapacitní propočet metalurgické výroby - slévárny	14
1.4 Přibližný kapacitní propočet kovárny	17
1.4.1 Kapacitní propočet kovárny pro volné výkovky	17
1.4.2 Kapacitní propočet kovárny pro zápustkové výkovky	19
1.5 Přibližný kapacitní propočet lisovny	24
1.5.1 Kapacitní propočet nástřihové linky na výrobu rondelů	25
1.5.2 Kapacitní propočet vlastní lisovny pro výrobu nádobí	27
1.6 Přibližný kapacitní propočet pomocí přímých ukazatelů	29
1.7 Přibližný kapacitní propočet pomocí nepřímých ukazatelů	33

1. Kapacitní propočty výrobních systémů

Jedním z velmi důležitých úkolů, zpracovávaných technologickým projektantem v rámci řešení technologického projektu výrobního nebo manipulačního systému při návrhu nových výrob je především provedení tzv. *kapacitního propočtu*, to je hrubé nebo přesné stanovení průchodnosti a výrobních kapacit - především potřeby výrobních ploch, dělníků a strojů.

Jako nezbytné a základní podklady a vztahy pro zpracování všech druhů kapacitních propočtů slouží především následující ekonomické vztahy výpočtu efektivních časových fondů a směnnosti:

A) Časový fond pro 1 směnu = skutečná kapacita pracoviště

1. Pro nepřetržitý provoz:

$$E = D \cdot T_{sm}$$

D - počet pracovních dnů/rok při nepřetržitém provozu (365 dnů)

T_{sm} - počet hodin ve směně (8 hod)

$$E = D \cdot T_{sm} = 365 \cdot 8 = 2\,920 \text{ hod/rok pro 1 směnu}$$

2. Pro přerušovaný provoz:

(Z výše uvedeného fondu je nutno odečíst tzv. „ztracenou“ kapacitu, to znamená soboty, neděle, placené svátky, dovolená)

$$D = 365 - \begin{matrix} \text{So} & \text{Ne} & \text{svátky} & \text{dovolená} & (\varnothing 18 \text{ dnů}) & \text{péče o dítě, nemoc, osobní volno} \\ \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \end{matrix} \approx 215 \text{ pracovních dnů/rok}$$

B) Efektivní časový fond u dělníka:

$$E_r = \frac{\begin{matrix} \text{počet prac.dnů/rok v přeruř. provozu} \\ \uparrow \rightarrow \text{počet hodin týdně} \end{matrix} D_p \cdot T_t}{\begin{matrix} \downarrow \text{počet pracovních dnů v týdnu} \\ D_t \end{matrix}} = \frac{253 \cdot 42,5}{5} = 2150,5 \text{ prac. hodin za 1 směnu/rok}$$

skutečný fond po odečtení dovolené + absence:

$$E_d = \frac{D \cdot T_t}{D_t} = \frac{215 \cdot 42,5}{5} = 1827,5 \text{ hod/směna/rok}$$

C) Efektivní časový fond u stroje:

$$\begin{array}{c} \text{ztráty z oprav} \\ \uparrow \\ E_s = E_r - 0,12 E_r = 2150,5 - 258 = 1892,5 \text{ hod/směna/rok} \end{array}$$

D) Směnnost

= skutečně odpracované hodiny/ efektivní čas. fond pracovníků
hodiny plně obsazené směny

$$\begin{array}{c} S = S_{\text{strojn}} + S_{\text{ručn}} = \text{využití strojových a ručních pracovišť} \\ \downarrow \\ S_s = S_{S1} + S_{S2} + S_{S3} \quad \text{součet směnnosti v jednotlivých směnách} \end{array}$$

1.1. Hrubý kapacitní propoččet výroby pomocí přímých a nepřímých ukazatelů:

Uvedený typ propočtu je používán nejčastěji u kapacitního propočtu tzv. technologického generelu, to je u nově navrhovaného projektu komplexního řešení strojírenského závodu nebo průmyslového podniku.

Úkolem kapacitního propočtu technologického generelu je provést takové rámcové propočty, aby mohly být v jednotlivých částech jeho řešení stanoveny pro jednotlivé objekty či soubory limity v počtech zaměstnanců, ve velikosti ploch, potřebách SaZ i investičních nákladech.

Velkou pozornost je nutno při výpočtu věnovat též aktivním a pasivním kooperacím, které budou pro řešený výrobní systém uvažovány, neboť jejich nezohlednění by mohlo zásadně zkreslit celý výpočet.

Pro vlastní výpočet je používáno následujících ukazatelů:

1. Hlavní ukazatele:

- p_1 V (HHV – hodnota hrubé výroby v Kč/1 m² dílenské plochy za rok
- p_2 V v t na m² dílenské plochy za rok
- p_3 V v Kč na 1 výrobní (jednicový) stroj na 1 směnu za rok
- p_4 V v t na 1 výrobní (jednicový) stroj na 1 směnu za rok
- p_5 V v Kč na 1 výrobního (jednicového) dělníka za rok
- p_6 V v t na 1 výrobního (jednicového) dělníka za rok

2. Výchozí ukazatele pro stanovení dílenské plochy:

- u odpracované hodiny/tunu výrobků V za rok (pracnost/t)
- v odpracované hodiny/1000,-Kč V (hrubé výroby) nebo výroby zboží (účinnost živé práce Nh/1000,-Kč VZ)
- x procento mezd z V nebo výroby zboží
- m ... průměrná hodinová mzda jednicového dělníka (výrobního)
- h roční hodinový fond jednicového dělníka (výrobního)

3. Doplnkové ukazatele pro stanovení dílenské plochy:

- rm² dílenské plochy na 1 stroj
- q...m² dílenské plochy na 1 dělníka
- η....% jednicových dělníků z dělníků celkem
- ε.... % využití strojů

Způsob kapacitního propočtu technologického generelu strojírenského závodu je možno dokumentovat na následujícím příkladu:

Dáno: Strojírenský podnik má vyrábět tvářecí stroje v počtu $i = 149$ ks /rok

Objem výroby $V = 400$ mil. Kč/rok, (HHV)

$Q_{HHV} = 18\,625$ t výrobků/rok

Odvozené ukazatele výrobního programu:

průměrná cena 1 kg vyrobeného stroje (kilogramová cena) 21,40 Kč/kg

průměrná cena 1 ks vyrobeného stroje (jednotková cena) .. 2,68 mil. Kč/ks

průměrná hmotnost 1 ks vyrobeného stroje 125 t/ks

Vzhledem k tomu, že se jedná o novou výrobu, je nutno pro vlastní výpočet použít tzv. ukazatelů z odvozených (podobných) výrob. V našem případě byly v závodě, zabývajícím se obdobnou výrobou získány následující ukazatele pro výpočet:

$u = 134$ OH/t ; $\eta = 0,65$; $\varepsilon = 0,8$; $x = 7\%$; $m = 10$ Kč/hod ; $q = 28$ m²/dělníka

$h = 1800 - 2000$ OH/rok ; $r = 50$ m²/stroj ; $p_1 = 14000$ Kč/m² ; $S = 2,0$ (směnnost)

$p_4 = 26$ t/stroj/směnu ; $p_5 = 300\,000$ Kč/jednicového dělníka/rok

a) Výpočet z pracnosti:

Celkový počet odpracovaných hodin za rok:

$$T = u \cdot Q = 134 \cdot 18625 = \underline{2\,500\,000 \text{ OH/rok}}$$

Počet jednicových (výrobních) dělníků :

$$D_j = \frac{T}{h} = \frac{2500000}{2000} = \underline{1\,250 \text{ jednicových dělníků}}$$

Celkový počet dělníků:

$$D_c = \frac{D_j}{\eta} = \frac{1250}{0,65} = \underline{1\,940 \text{ dělníků celkem}}$$

Na 1. směnu volíme vždy počet dělníků vyšší – volíme 1000 dělníků
Dílenská plocha, získaná způsobem výpočtu a) – tedy F_a potom bude:

$$F_a = D_c \cdot q = 1\,000 \cdot 28 = \underline{28\,000 \text{ m}^2}$$

b) Výpočet z procenta mezd:

Jednicové mzdy dělníků:

$$M = \frac{V \cdot x}{100} = \frac{400000000 \cdot 7}{100} = \underline{28\,000\,000 \text{ Kč}}$$

Počet jednicových (výrobních) dělníků:

$$D_j = \frac{M}{m \cdot h} = \frac{28000000}{10 \cdot 2000} = \underline{1\,400 \text{ jednicových dělníků}}$$

Celkový počet dělníků:

$$D_c = \frac{D_j}{\eta} = \frac{1400}{0,65} = \underline{2\,150 \text{ dělníků celkem}}$$

Na 1. směnu volíme opět vyšší počet – volíme 1100 dělníků

Dílenská plocha, získaná způsobem výpočtu b) – tedy F_b potom bude:

$$F_b = D_c \cdot q = 1\,100 \cdot 28 = \underline{30\,800 \text{ m}^2}$$

c) Výpočet z hlavních ukazatelů:

1. Výpočet podle ukazatele V v Kč/m²:

Dílenská plocha

$$F_{c1} = \frac{V}{p_1} = \frac{400000000}{14000} = \underline{28\,500 \text{ m}^2}$$

2. Výpočet podle ukazatele Q: (Q = i · Ø hmotnost)

Počet jednicových (výrobních) strojů:

$$n = \frac{Q}{p_4 \cdot S \cdot \varepsilon} = \frac{18625}{26 \cdot 2 \cdot 0,8} = \underline{450 \text{ jednicových strojů}}$$

Stanovíme-li, že počet jednicových strojů z celkového počtu strojů $a = 80 \%$, musíme zbývajících 20% pomocných strojů rozdělit do pomocných provozů (nářad'ovna, údržba, přípravný atd.) Toto členění je nutno provést, uvážlivě, neboť má zásadní vliv na % jednicových strojů.

Celkový počet strojů:

$$N = \frac{n}{a} \cdot 100 = \frac{450}{80} \cdot 100 = \underline{562 \text{ strojů}}$$

Dílenská plocha

$$F_{c2} = N \cdot r = 562 \cdot 50 = \underline{28\,100\text{ m}^2}$$

3. Výpočet podle ukazatele V v Kč /jednicového dělníka/rok:

Počet jednicových dělníků:

$$D_j = \frac{V}{p_5} = \frac{400000000}{300000} = \underline{1\,330\text{ jednicových dělníků}}$$

Celkový počet dělníků :

$$D_c = \frac{D_j}{\eta} = \frac{1330}{0,65} = \underline{2\,040\text{ dělníků celkem}}$$

Na 1. směnu volíme opět 1 100 dělníků, dílenská plocha F_{c3} potom bude:

$$F_{c3} = D_c \cdot q = 1\,100 \cdot 28 = \underline{30\,080\text{ m}^2}$$

Z výše uvedeného výpočtu, kdy bylo vycházeno z různých ukazatelů provedeme stanovení výrobní dílenské plochy zprůměrováním, takže dílenská plocha F bude:

$$F = \frac{F_a + F_b + F_{c1} + F_{c2} + F_{c3}}{5} = \frac{28000 + 30800 + 28500 + 28100 + 30080}{5}$$

$$F = \underline{29\,096\text{ m}^2 \cong 29\,100\text{ m}^2}$$

d) V dalším kroku je nutno určit základní strukturu závodu a v návaznosti na stanovené členění je nutno určit přibližné plochy nevýrobních objektů.

Uvažujeme-li, že závod dle zadání bude vyrábět tvářecí stroje ve stanoveném objemu a množství, potom dle daného zadání bude zahrnovat následující provozy a objekty (pro zjednodušení uvažujme, že nebude zahrnovat slévárnu, jejíž řešení bude popsáno v další části – bude se tedy jednat o mechanicko-montážní závod) :

Výrobní provozy: mechanické dílny, kalírna, montáže

Vedlejší dílny : nářaďovna, údržba, elektroúdržba, prototypová dílna

Sklady : hutního materiálu, odlitků, výkovků, barevných kovů, nářadí, nakupovaných dílců, režijní sklady, sklady paliva, barev, olejů atd.

Energetické provozy : kotelna, rozvodna, kompresorová stanice

Dopravní objekty : vlečka, garáže atd.

Celozávodní objekty : administrativní budova, vrátnice, požární zbrojnice, jídelna, kuchyně, ošetrovna atd.

Na základě tabulek a zkušeností je možno podle počtu pracovníků, druhu výroby, velikosti závodu, úrovně technologie a dalších faktorů stanovit přibližně v rozsahu 50 – 150 % plochu těchto pomocných a ostatních objektů ve vztahu k již vypočtené ploše dílenské.

Pro zjednodušení volíme plochu těchto pomocných provozů F_p stejně velkou jako vypočtenou plochu dílenskou $F = F_p = 29\,100\text{ m}^2$.

- e) Nyní provedeme výpočet dalších ploch, potřebných pro technologický generel:

Zastavěná plocha:

$$F_z = F + F_p = 29\,100 + 29\,100 = \underline{58\,200\text{ m}^2}$$

Pro výhledové rozšíření závodu předpokládáme zvětšení zastavěné plochy o tzv. „sféru zájmu“, s čímž musíme počítat při uvažování celkové plochy závodu půdy. Uvažujeme-li, že k výhledovému rozšiřování a koncepční dostavbě podniku budeme dle zpracované koncepce výhledu uvažovat 50 % zvětšení zastavěné plochy, pak výhledově zastavěná plocha bude :

$$F_v = F_z + 0,5 F_z = 58\,200 + 29\,100 = \underline{87\,300\text{ m}^2}$$

Součinitel zastavění u nových závodů, budovaných na "zelené louce" bývá obvykle volen 0,2 až 0,3. U rekonstruovaných závodů ve městě bývá až 0,5.

Pro náš případ volíme součinitele zastavění $z = 0,2$ a potom celková plocha technologického generelu, uvažovaná pro výstavbu daného strojírenského závodu bude:

$$F_c = \frac{F_v}{z} = \frac{87300}{0,2} = \underline{436\,500\text{ m}^2 \cong 0,44\text{ km}^2}$$

Rozměr takto stanovené plochy pozemku je vhodné volit v obdélníkovém tvaru s poměrem stran přibližně 2:3.

Na základě takto stanovené výhledové plochy závodu je možno přikročit k výběru vlastního staveniště, který se provádí v několika alternativách – je vhodné vybrat takový terénní reliéf, aby závod nebyl v budoucnu okolní zastávkou zablokován.

Zvětšení zastavěné plochy (sféra zájmu) by nemělo přesahovat 100 % plochy zastavěné, neboť toto mimo zbytečné náklady zamezuje možnosti soustředování inženýrských, komunikačních a energetických sítí pro danou oblast.

- f) V případě, že má závod i metalurgické provozy, vypočte se obdobně jako při uváděném postupu ještě i plocha metalurgických provozů v závodě (rovněž v km^2) a připočte se k výrobní dílenské ploše F .

Způsob propočtu i dalšího postupu je analogický propočtu mechanicko-montážní výroby závodu, přičemž se používá hlavně ukazatelů v technických jednotkách (tuny odlitků/ m^2 dílenské plochy slévárny nebo tuny výkovků/ m^2 dílenské plochy kovárny apod.)

Nesmíme zapomenout, že i metalurgické provozy mají své provozy pomocné – jako např. modelárnu, zápustkárnu apod., takže i při tomto způsobu kapacitního propočtu metalurgické části závodu je nutno přičíst příslušné procento ploch pomocných k základní zjištěné ploše dílenské.

Výpočet základních ploch je shodně jako u jiných provozů vhodné provádět různými způsoby – hlavně je nutno provést kombinovaný výpočet ukazatelů v Kč a ukazatelů v technických jednotkách (tunách), aby nastala křížová kontrola.

- g) V závěrečné části propočtu technologického generelu je nutno stanovit limit investičních nákladů pro uvažovanou výstavbu a to v členění na náklady stavební a nestavební, vázané na dílenské a pomocné plochy.

V tomto případě použijeme vypočtených ploch výhledového plánu a průměrných ukazatelů jednotlivých nákladů a při výpočtu postupujeme takto:

1. Průměrný ukazatel stavebních nákladů na m² dílenské plochy $\alpha = 3\,000$ Kč/m² a jeho podíl k ukazateli nestavebních nákladů na m² dílenské plochy bývá uváděn

$\alpha : \beta = 40 : 60$ – z toho pak:

$$\alpha = 3\,000 \text{ Kč/m}^2 \text{ (staveb. náklady na m}^2 \text{ dílenské plochy)}$$

$$\beta = 4\,500 \text{ Kč/m}^2 \text{ (nestavební náklady na m}^2 \text{ dílenské plochy)}$$

potom investiční náklady stavební (výrobní plochy) budou :

$$I_s = F \cdot \alpha = 29\,100 \cdot 3\,000 = 87,3 \text{ mil. Kč}$$

a investiční náklady nestavební (vztažené k výrobním plochám) budou:

$$I_n = F \cdot \beta = 29\,100 \cdot 4\,500 = 130,9 \text{ mil. Kč}$$

2. Průměrný ukazatel stavebních nákladů na m² pomocných provozů $\chi = 1\,400$ Kč/m² a jeho podíl k ukazateli nestavebních nákladů (stroje a zařízení) bývá uváděn

$\chi : \delta = 70 : 30$ - z toho pak :

$$\chi = 1\,400 \text{ Kč/m}^2 \text{ (stavební náklady na m}^2 \text{ plochy pomocných provozů)}$$

$$\delta = 600 \text{ Kč/m}^2 \text{ (nestavební náklady na m}^2 \text{ plochy pomocných provozů)}$$

potom investiční náklady stavební (plochy pomocných provozů byly stanoveny rovněž ve výši 29 100 m²) budou:

$$I_{ps} = F_p \cdot \chi = 29\,100 \cdot 1\,400 = 40,7 \text{ mil. Kč}$$

a investiční náklady nestavební (vztažené k plochám pomocných provozů) budou:

$$I_{pn} = F_p \cdot \delta = 29\,100 \cdot 600 = 17,5 \text{ mil. Kč}$$

Pro tuto část výpočtu je lépe rozdělit ještě plochy energetické od ploch sociálně-správních (kancelářských), aby ukazatel byl přesnější. Plochy kancelářské jsou totiž bez nestavebních investic. Pro stavební náklady je zde též výhodnější použít místo ukazatele vztaženého na m² ukazatele na m³.

3. Investiční náklady na výrobní a pomocné plochy potom budou :

$$I = I_s + I_n + I_{ps} + I_{pn} = 87,3 + 130,9 + 40,7 + 17,5 = 276,4 \text{ mil Kč}$$

4. K uvedeným investičním nákladům (vztaženým k plochám) je však ještě nutno připočítat náklady na zemní úpravy, komunikace a sítě – tyto v tomto typu výpočtu volíme asi 30 % z celkových investičních nákladů, potom:

$$I_d = \frac{I}{0,7} = \frac{276,4}{0,7} = 394,86 \text{ mil. Kč}$$

a dodatečně přiřadíme ještě 10 % nákladů na nepředvídané investice, což činí přibližně 39,5 mil. Kč.

Potom celková výše investičních nákladů, vyvolaných stavbou dle zhodnocované kapacitní rozvahy bude :

$$I_c = I_d + 10 \% I_d = 394,86 + 39,5 \cong 434,4 \text{ mil. Kč}$$

5. Nyní provedeme ještě kontrolu efektivnosti stavby a kontrolu průměrné ceny stroje z nestavebních (technologických) nákladů :

Efektivnost chápeme jako poměr vynaložených nákladů a dosaženém efektu:

$$\frac{I_c}{V}, \text{ což znamená } \frac{434,4}{400} \cong 1,09$$

Efektivnost (poměr I/V) bývá pro rekonstrukci a dostavbu závodu udávána v hodnotě 0,3 – 0,7, pro výstavbu nového závodu bývá tento ukazatel v mezích 0,7 – 1,5 podle rozsahu inženýrských staveb (zemní práce, kanalizace, silnice, cesty atd.). Z uvedeného příkladu je patrné, že plocha pomocných provozů byla zvolena optimálně, takže celkový rozpočet se pohybuje na střední hranici investičních nákladů pro tento typ stavby doporučených.

Závěrem ještě provedeme kontrolu průměrné ceny stroje z nestavebních investičních nákladů, abychom zkontrolovali správnost zvoleného poměru.

$$\frac{I_n}{N} = \frac{130,9}{562} = 232 \text{ 918 Kč/stroj (což vyhovuje)}$$

N ... celkový počet strojů

- h) V případě, že se jedná o celozávodní inovaci výroby, porovnáme výsledky z výhledového kapacitního propočtu požadovaného výrobního programu se současným stavem pracovníků, ploch a základních fondů. Na základě porovnání zpracujeme návrh koncepce rozšíření (přístavby) stávajícího strojírenského závodu. U komplexního generelu (studie souboru staveb) pro výstavbu nového závodu musíme dbát na to, aby projekt výrobního (stavby) nebyl zpracován bez celozávodní bilance odděleně, aby tak nedošlo k vážným disproporcím následně realizované výroby a to jak v části objemové, tak i technologické.

1.2. Kapacitní propoččet výroby pomocí volby představitele (reprezentanta):

Při zpracování kapacitního propočtu pomocí volby představitele - reprezentanta se často nezjišťují potřebné dílčí hodnoty pro každý jednotlivý výrobek, obsažený ve výrobním programu. Byla by to zdlouhavá a neúčelná práce. Potřebné hodnoty se stanoví pomocí představitelů (reprezentantů) výrobních skupin – způsob tohoto výpočtu se nazývá *výpočet metodou volby představitelů*.

Předpokladem použití tohoto typu výpočtu však je, že všechny výrobky, zahrnuté do výběru jsou přibližně konstrukčně i materiálově podobné a je blízká i technologie jejich výroby.

Při rozsáhlé struktuře výroby 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:

$$Q_{\min} \geq \frac{Q_0}{2}; Q_{\max} \leq 2Q_0$$

Příklad výpočtu:

Svařovna závodu kotlárna, jež je součástí podniku, vyrábějícího chemické zařízení svařuje tlakové nádoby v objemu 5000 t/rok v následujícím členění:

100 ks nádob o hmotnosti 12 t/ks	celkem 1 200 t/rok
50 ks nádob o hmotnosti 18t/ks	celkem 900 t/rok
100 ks nádob o hmotnosti 20t/ks	celkem 2 000 t/rok
30 ks nádob o hmotnosti 30 t/ks	celkem 900 t/rok
280 ks nádob	úhrnem 5 000 t/rok

a) provedeme výběr reprezentanta a kontrolu správnosti výběru:

Největší celkovou hmotnost představuje v daném sortimentu nádobu kusové hmotnosti 20 t, jež je vyráběna v množství 100 ks/rok – proto za představitele volíme tento výrobek. Nyní provedeme kontrolu správnosti výběru dle uvedených mezních kritérií:

$$Q_{\min} \geq \frac{Q_0}{2} \quad 12 \geq \frac{20}{2} \quad 12 \geq 10 \text{ vyhovuje}$$

$$Q_{\max} \leq 2Q_0 \quad 30 \leq 2 \cdot 20 \quad 30 \leq 40 \text{ vyhovuje}$$

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

Q_1 (nádob 12t), Q_2 (nádob 18t), Q_0 – reprezentant (nádob 20t), Q_3 (nádob 30t).

c) provedeme přepoččet hmotnosti všech kusů skupiny na představitele tak, že počet kusů všech výrobků skupiny převedeme na počet kusů směrného výrobku (reprezentanta) vynásobením příslušných kusů převodním součinitelem hmotnosti $k_m = \frac{Q_x}{Q_0}$, jež definuje poměr hmotností převáděného výrobku k hmotnosti Q_0 představitele.

Výrobek	Plán.počet ks	k_m	Převedený počet ks
Q_1	100	$\frac{12}{20} = 0,6$	$100 \cdot 0,6 = 60$ ks
Q_2	50	$\frac{18}{20} = 0,9$	$50 \cdot 0,9 = 45$ ks
Q_0	100	$\frac{20}{20} = 1,0$	$100 \cdot 1,0 = 100$ ks
Q_3	30	$\frac{30}{20} = 1,5$	$30 \cdot 1,5 = 45$ ks
			$N_{pm} = 250$ kusů

(Převedený počet kusů převodním součinitelem hmotnosti – materiálu je 250 kusů)

d) z materiálové normy reprezentanta stanovíme – opišeme jeho spotřebu – pro náš případ je materiálová skladba následující:

spotřeba hrubých plechů	15,0 t
lisovaná dna	4,0 t
litá ocel	1,2 t
tyčové železo	1,0 t
elektrody	0,5 t

spotřeba materiálu celkem 21,7 t

e) vynásobením převedeného počtu kusu N_{pm} přímo materiálovou skladbou reprezentanta zjistíme materiálovou spotřebu celé skupiny (celého objemového množství)

spotřeba hrubých plechů	$15,0 \cdot 250 = 3\,750$ t
lisovaného dna	$4,0 \cdot 250 = 1\,000$ t
litá ocel	$1,2 \cdot 250 = 300$ t
tyčové železo	$1,0 \cdot 250 = 250$ t
elektrody	$0,5 \cdot 250 = 125$ t

spotřeba materiálu pro celou skupinu celkem 5 425 t

f) obdobným způsobem vypočítáme u celé skupiny pracnost. Pro převod všech výrobků skupiny na počet kusů směrného výrobku (reprezentanta) použijeme opět převodního součinitele, který pro pracnost je dán vztahem

$$k_p = \sqrt[3]{\left(\frac{Q_x}{Q_0}\right)^2} = \sqrt[3]{k_m^2}$$

Z výkonové normy reprezentanta určíme skladbu svařečských prací – pro náš případ je skladba následující:

$t_a = 5,5$ OH/ks (norma spotřeby času pro automatické svařování – práce na el. svařecím automatu)

$t_{vr} = 1,5$ OH/ks (norma spotřeby času pro ruční práce – práce ručního elektrického svařování)

Výrobek	Plán. počet ks.	k_p	Převedený počet kusů
Q ₁	100	$\sqrt[3]{0,6^2} = \sqrt[3]{0,36} = 0,71$	71
Q ₂	50	$\sqrt[3]{0,9^2} = \sqrt[3]{0,81} = 0,93$	47
Q ₀	100	= 1,0	100
Q ₃	30	$\sqrt[3]{1,5^2} = \sqrt[3]{2,25} = 1,31$	39
			$N_{pp} = 257$

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:

$$t_a \cdot N_{pp} = 5,5 \cdot 257 = 1\,413 \text{ OH} \dots \text{el. svařování automat}$$

$$t_{vr} \cdot N_{pp} = 1,5 \cdot 257 = 386 \text{ OH} \dots \text{ruční svařování}$$

$$1\,799 \text{ OH} \dots \text{svařování celkem}$$

g) provedeme rozvahu časových fondů stroje, svařeče a pomocníka:

Při 255 pracovních dnech a 42 hod. pracovním týdnem 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 :

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

Pro ruční práce se roční počet 255 pracovních dnů zmenší o dovolenou (ø 18 dnů) a nemocnost (ø 18 dnů – jinak z výkazu uplynulého roku), tj. o 36 pracovních dnů (se svátky, So a Ne bylo již uvažováno při stanovení počtu 255 dnů), takže skutečný roční fond dělníka bude 219 pracovních dnů, což činí 1 840 hodin (F_d). Rozdíl mezi F_p a F_d bude nahrazen přesčasovou prací.

h) stanovíme počet potřebných dělníků, strojů a pracovišť:

Svářecí automat je s ohledem na obsluhu polohovadla obsazen 1 svářečem a 1 pomocníkem – z výkonové normy tedy úhrnná pracovní doba bude:

$$\text{u svářeče} \quad 1\,413 + 386 = 1\,799 \text{ OH}$$

$$\text{u pomocníka} \quad 1\,413 \text{ OH (je obsazen pouze u svařovacího automatu)}$$

Počet svářečů vypočítáme podle vzorce:

$$D_s = \frac{N_{pp} \cdot (t_a + t_{vr})}{f_d} = \frac{1799}{1840} = 0,977 = 1 \text{ svářeč}$$

Počet pomocníků:

$$D_p = \frac{N_{pp} \cdot t_a}{F_d} = \frac{1413}{1840} = 0,797 = 1 \text{ pomocník}$$

Z uvedeného je patrné, že pro svaření celého množství 280 ks nádob a hmotnosti 12 až 30 t/ks postačí 1 pracoviště, obsazené 1 svařečem a 1 pomocníkem v jednosměnném provozu.

Počet strojů vypočítáme ze vzorce (pro novou výrobu se volí směnnost = 2,0):

svářecí automaty:

$$P_1 = \frac{N_{pp} \cdot t_a}{F_p \cdot s} = \frac{257,5,5}{1928,2,0} = \frac{1413}{3856} = 0,36 \text{ automatu}$$

svařovací agregáty pro ruční svařování:

$$P_2 = \frac{N_{pp} \cdot t_{vr}}{F_p \cdot s} = \frac{257,1,5}{1928,2,0} = \frac{386}{3856} = 0,10 - \text{ svař. agregátu}$$

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

1.3. Přibližný kapacitní propočet metalurgické výroby - slévárny :

Nejdůležitější částí každého typu kapacitního propočtu slévárny je návrh velikosti tavicího provozu. Zde je základem propočtu především správná volba skladby a druhu tavicích pecí, které je nutno volit s ohledem na největší odlitek, roční kapacitu slévárny, počet druhů odlévaných materiálů, energetické možnosti apod.

Pro slévárnu ocelolityny o velikosti 10 až 15000 t odlitků/rok se obvykle používá kombinace obloukových pecí s delším pracovním cyklem a vysokofrekvenční pece s kratším pracovním cyklem pro zajištění plynulého odběru kovu – hlavně pro strojní formovny.

Pro bližší vysvětlení je uveden následující příklad zadání a propočtu tavicího provozu pro technologický projekt slévárny ocelolityny:

Výchozí hodnoty: Q = 11 000 t odlitků/rok v členění:

- pro vlastní výrobu	8 000 t
- pro náhradní díly	2 000 t
- pro externí zákazníky	1 000 t
<hr/>	
	11 000 t

dle hmotnosti 0 – 10 kg	2 000 t
10 - 30 kg	1 000 t
30 – 50 kg	5 000 t
50 – 100 kg	3 000 t
<hr/>	
	11 000 t

Počet pracovních dnů v roce 254

Skladba pecí (navržena s ohledem na produkci) v kombinaci:

2 ks elektrická oblouková pec 5 t (ø vsázka 7,3 t)

1 ks elektrická oblouková pec 1 t (ø vsázka 1,0 t) užití na speciální legury

1 ks elektrická indukční VF pec 2 t (ø vsázka 2,0 t)

Průměrný počet taveb u 5t pece/den 5
Průměrný počet taveb u 1t pece/den 4
Průměrný počet taveb u 2t pece/den 8
Propal u el. obloukových pecí 6 %
Propal u el. indukční VF pece 2 %
Provozní ztráty (zjištění-dodávka proudu, havarie) 10 %
Využití tekutého kovu 54 – 58 %
Využití kovové vsázky 48 – 54 %

Výpočet:

1) Stanovení objemu vsázky/rok:

a) elektrická oblouková pec 5 t

počet taveb/rok = $254 \cdot 5 = 1270$ taveb/rk

počet t vsázky/rok = $1270 \cdot 7,3 = 9271$ t vsázky/rok

Pro navržené 2 ks pece je počet t vsázky/rok $9271 \cdot 2 = 18\,542$ t/rok

b) elektrická oblouková pec 1 t

počet taveb/rok = $254 \cdot 4 = 1016$ taveb/rok

počet t vsázky/rok = $1016 \cdot 1 = 1016$ t vsázky/rok

c) elektrická indukční VF pec 2 t

počet taveb/rok = $254 \cdot 8 = 2032$ taveb/rok

počet t vsázky/rok = $2032 \cdot 2 = 4064$ t vsázky/rok

2) Výpočet objemu tekutého kovu v t/rok:

elektrické obloukové pece 5t a 1t

a) počet t vsázky/rok u 5t pece 18 542 t vsázky/rok

b) počet t vsázky/rok u 1t pece 1 016 t vsázky/rok

celkem 19 558 t vsázky/rok

ztráta 6 % propalem - 1 173 t vsázky/rok

tekutý kov el. obloukových pecí ... 18 385 t/rok

elektrická indukční VF pec 2t

c) počet t vsázky/rok u 2t pece 4 064 t vsázky/rok

ztráta 2% propalem - 81 t vsázky/rok

tekutý kov el. indukční VF pece ... 3 983 t/rok

Výpočet tekutého kovu „na žlábků“

tekutý kov z el. obloukových pecí 18 385 t/rok

tekutý kov z el. indukční VF pece 3 983 t/rok

tekutý kov celého tavicího procesu 22 368 t/rok

provozní ztráty 10 % - 2 236 t/rok
tekutý kov „na žlábků“ 20 132 t/rok

Ověření kapacity výroby odlitků

Získáme-li navrženou skladbou pecí v tavicím provozu 20 132 tun využitelného tekutého kovu za rok, potom při 58 % využití můžeme vyprodukovat 11 600 t odlitků/rok.

S přihlédnutím k výchozímu požadavku 11 000 t odlitků/rok můžeme potvrdit, že požadovaná kapacita výroby bude zajištěna. (Při vyšší kladné odchylce je nutno provést redukci navrženého počtu pecí nebo změnit typy pecí tak, aby nezůstávala zbytečně kapacita pecí nevyužita).

Kontrola koeficientu využití kovové vsázky

$$\frac{\text{celková kapacita výroby} / \text{rok}}{\text{kovová vsázka celkem} / \text{rok}} = \frac{11600}{18542 + 1016 + 4064} = \frac{11600}{23622} = 0,49$$

S přihlédnutím k zadané hodnotě (48-54 %) koeficient využití kovové vsázky vyhovuje.

Při vlastním výpočtu je nutno rozlišovat % využití tekutého kovu a % využití kovové vsázky, aby výpočet nebyl zkreslený. Odlitky z ocelolitiny mají tzv. „jalové hlavy“ a proto je u těchto odlitků procento využití kovu nižší než u šedé litiny.

Propočet a návrh materiálového hospodářství, formovacích, skládacích a licích ploch, jádroven, sušáren, připraven písku a čistíren musí při projektovém řešení provádět technologický projektant s dobrou znalostí veškerých technologicko-provozních návazností a kapacitní propočet slévárny nesmí být prováděn šablonovitě, neboť např. čistírenská plocha může být částečně totožná s plochou formovací, je-li prováděno vyklepávání a čištění (upalování „jalových hlav“) na formovací ploše při postupném způsobu výroby.

Pro generel je možno použít pro výpočet nebo stanovení dílčích ploch hrubých odhadů – např. plochou formoven volíme podle ukazatele t/m^2 , plochu čistírenských můžeme stanovit z tabulkové hodnoty poměru plochy formoven : ploše čistíren apod.

Potřebný ukazatel můžeme též získat z příbuzenských výrob. U strojních formoven je stanovena 4 až 12 t/m^2 , u ručních formoven 1 až 4 t/m^2 , poměr plochy formoven k čistírnám je např. u sléváren šedé litiny 1 : 1, u sléváren ocelolitiny 1 : 1,2 až 1 : 1,5 podle rozsahu tepelného zpracování ocelolitinových odlitků apod.

1.4. Přibližný kapacitní propoččet kovárny :

Kapacitním propoččem kovárny zjistíme v závislosti na zadaném výrobním programu kapacitní potřebu jednotlivých strojů a zařízení, výrobních ploch a obsazení navržených směn pracovníky. Pro vypracování základního návrhu kovárny jsou nutné následující podklady:

- roční výrobní plán
- údaje o způsobu práce (volné nebo částečně zápusťkové kování a event. členění výkovků do kategorií)
- údaje o počtu hodin, využitelných u strojů a zaměstnanců
- údaje o druzích paliva pro sebe
- údaje o zdrojích pohonné energie pro stroje

Výrobní program je nutno přesně specifikovat na roční výrobu volně kovaných podle hmotnostních tříd. Obsahuje-li výrobní program i výkon zápusťkové, je nutno postupovat podle přesného výrobního programu těchto výkovků.

Vzhledem k tomu, že způsoby kapacitních propočtů pro jednotlivé druhy kováren se v celkovém přístupu odlišují, je vhodné uvést oba základní postupy:

1.4.1 Kapacitní propoččet kovárny pro volné výkovky :

Při volném kování určíme velikost bucharů podle hmotnosti a rozměrů výkovků – výkovky pro potřeby projektování rozdělujeme na tyto hmotností skupiny výkovků (udávány jsou limitní hodnoty v kg):

do 2 kg : 2 - 4,4 – 10, 10 – 25, 25 – 50, 50 – 100, 100 – 200, 200 – 500, 500 – 1000, 1000 – 2000, 2000 – 4000, 4000 – 8000, 8000 – 16000, 16000 – 32000 kg.

Počet strojů, potřebných pro splnění ročního plánu (výrobního programu) určíme podle průměrných hodinových výkonů bucharů. Průměrné hodinové výkony jsou však značně odlišné a závislé na složitosti (pracnosti) výkovků. Pro odhadnutí hodinových výkonů se používá rozdělení volně kovaných výkovků pod buchary, uváděného v různých literaturách, členícího tyto výkovky do 9 stupňů složitosti (v I. stupni jsou zahrnuty výkovky členitých tvarů s přesazenými osami, různoběžnými nebo mimoběžnými osami a v IX. stupni jsou zahrnuty nejjednodušší výkovky válcového tvaru).

Volbu a výpočet bucharů provádíme v následujícím krocích:

- podle kusové hmotnosti výkovků a podle jejich rozměrů určíme hmotnost beranu a tím velikost bucharu v tunách (viz tab. 1)
- podle hmotnosti beranu v tunách a stupně složitosti výkovků (předem zatřídíme) určíme hodinový výkon bucharu v kg. (viz tab. 2)
- počet bucharů určíme ze vztahu :

$$n_b = \frac{G}{V \cdot F_r}$$

kde n_b je počet bucharů, G je hmotnost výkovků dané váhové třídy v kg, V je hodinový výkon bucharu v kg a F_r je roční hodinový fond bucharu na směny.

Hmotnost beranu Bucharu v t	Hmotnost výkovků Průměrná v kg	Největší hmotnost v kg	Největší hmotnost hladiny hřidelů v kg	Největší průměr předvalku v mm
0,1	0,5	2	10	50
0,15	1,5	4	15	60
0,2	2,0	6	25	70
0,3	3,0	10	45	85
0,4	6,0	18	60	100
0,5	8,0	25	100	115
0,75	12,0	40	140	135
1,0	20,0	70	250	160
2,0	60,0	180	500	225
3,0	100,0	320	750	275
5,0	200,0	700	1500	350

Tab. 1 Přibližné určení hmotnosti beranů u bucharů pro volné kování podle hmotnosti výkovků

Stupeň složitosti Výkovků	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,75	1	2	3	5
I.	3,5	4,5	6	9	13	17	26	37	83	115	155
II.	6,0	7,5	9	15	25	38	65	97	160	210	250
III.	7,0	9,0	12	19	30	45	80	115	220	295	380
IV.	9,0	11,0	14	26	40	60	105	145	235	310	410
V.	12,0	15,0	18	32	52	75	133	165	265	350	500
VI.	14,0	19,0	25	42	68	98	155	200	320	430	580
VII.	20,0	25,0	32	50	75	105	170	225	370	500	650
VIII.	28,0	32,0	40	60	90	120	210	300	555	715	920
IX.	85,0	95,0	115	155	200	250	370	465	915	1200	1500

Tab. 2. Hodinový výkon bucharu V při volném kování (v kg)

Závěrem stanovíme součinitel využití bucharů k s ohledem na celkový zaokrouhlený počet bucharů.

Tímto způsobem určíme postupně pro každou hmotnostní skupinu počet a velikost strojů. Propočít je hrubý a kontrolu je možno provést na základě výkresů výkovků, podrobného pracovního postupu a přesného stanovení počtu jednicových hodin pro každý výkovek zvlášť, jeví-li se to účelné.

Příklad: Je dán výrobní program se stanovením $G = 200\,000$ kg výkovků, těžkých 6 kg,
 $V = 40$ kg/hod. , $F_r = 4\,100$ hod./rok

$$n_b = \frac{G}{V \cdot F_r} = \frac{200000}{40 \cdot 4100} = 1,22 \cong 2 \text{ buchary}$$

Součinitel využití bucharů s ohledem na celkový zaokrouhlený počet:

$$k = \frac{1,22}{2} \cdot 100 = 61 \%$$

Součástí kapacitního propočtu kovárny pro volné výkovky pod buchary je i stanovení počtu ohřívacích zařízení – pecí.

Výkony ohřívacích pecí pro volné kování jsou $200\text{--}250$ kg/m²/hod. Přibližnou ložnou plochu ohřívacích pecí pro každý jednotlivý agregát nebo kovací buňku můžeme zhruba stanovit podle vzorce:

$$F_p = \frac{Q_h}{f}$$

kde F_p je ložná plocha pece, Q_h je množství ohřátého materiálu v kg/hod. a f je specifický výkon pece v kg/m² ložné plochy/hod.

1.4.2. Kapacitní propočet kovárny pro zápusťkové výkovky :

Jak již bylo uvedeno samostatné zápusťkové kovárny jsou projektovány pouze v závodech s vysloveně hromadnou výrobou a častěji se vyskytují kombinace kovárny pro zápusťkové výkovky i výkovky volného kování. Z tohoto důvodu bud způsob výpočtu takové kovárny přiblížen na typovém příkladu propočtu tohoto druhu:

Je dán výrobní program kovárny, jež má zajistit 8 550 tun výkovků ročně v členění:

- volně kované výkovky do 50 kg	1090 t
50 – 250 kg	4010 t
250 – 750 kg	2910 t
	8010 t
- zápusťkové výkovky do 2 kg	240 t
2 – 7 kg	300 t
	540 t

počet pracovních dnů v roce

254

uvažovaná směnnost je 2,5 , tj. 20 hodin za den

roční časový fond strojní (F_r) je $254 \cdot 20 = 4900$ hodin (značeno též h_s)

koeficient roční výroby v jedné směně $a = 0,55$ t/m²

specifický výkon pece $200 - 250$ kg/m² ložné plochy/hod

1. Strojní park je dán velikostí, druhem, složitostí a hmotnostním množstvím požadovaných výkovků. Pro volbu strojů a určení jejich počtu rozřídíme nejdříve výkovky podle výkresové dokumentace do hmotnostních skupin se stanovením příslušné skladby jednotlivých typů výkovků a hmotnosti ve skupinách a ke každé skupině přiřadíme z tab. 2 průměrné hodinové výkony (v kg) bucharů dle stupně složitosti (pro zjednodušení byly všechny výkovky uvažovány v V. stupni složitosti).

Volně kované výkovky:

a) ø hmotnost	2,5 kg	.....	120 t	.....	ø hod. výkon	18 kg
b)	5 kg	.....	320 t	.....		52 kg
c)	12 kg	.....	650 t	.....		133 kg
d)	40 kg	.....	2320 t	.....		165 kg
e)	55 kg	.....	2700 t	.....		265 kg
f)	100 kg	.....	900 t	.....		350 kg
			8010 t			

(Přiřazení průměrného hodinového výkonu v kg provedeme tak, že ø hmotnosti výkovků přiřadíme v tab. 1 hmotnosti beranu a pro V. stupeň složitosti v tab. 2 hodinové výkony).

Zápustkové výkovky:

Pro zápustkové výkovky vyjdeme z rozčlenění do hmotnostních skupin a pro každou skupinu stanovíme stroj, na němž bude operace vykonána. Z technických pasportů strojů určíme jejich hodinový výkon v kg výkovků a toto zpracujeme do obdobné tabulky jako u výkovků volně kovaných:

g) ø hmotnost do	1 kg	– kovací stroj o síle 150 t	.....	ø hod. výkon	23 kg
h)	1,5 kg	– třecí lis o síle 150 t			
		a výstředníkový lis o síle 100 t	.....		16 kg
i)	3 kg	– třecí lis o síle 400 t, předkovací kladivo			
		o velikosti 0,1 t a výstředníkový lis o síle 160 t	..		50 kg

Potom pro zápustkové výkovky:

g) ø hmotnost do	1,0 kg	.....	140 t	....	ø hodinový výkon	23 kg
h)	1,5 kg	.....	100 t	....		16 kg
i)	3,0 kg	....	300 t	...		50 kg
			540 t			

2. Provedeme stanovení počtu strojů pro jednotlivé hmotnostní skupiny u výkovků volně kovaných i zápustkových s využitím již dříve uvedeného vztahu (symbol n_b pro skupinu výkovků zápustkových značí zde počet strojů obecně):

$$\frac{120000}{18.4900} = 1,36 = 1 \text{ buchar (beran 0,2 t)}$$

$$\frac{320000}{52.4900} = 1,25 = 1 \text{ buchar (beran 0,4 t)}$$

$$\frac{650000}{133.4900} = 1,0 = 1 \text{ buchar (beran 0,75 t)}$$

$$\frac{2320000}{1654900} = 2,87 = 3 \text{ buchary (beran 1,0 t)}$$

$$\frac{2700000}{265.4900} = 2,08 = 2 \text{ buchary (beran 2,0 t)}$$

$$\frac{1900000}{350.4900} = 1,10 = 1 \text{ buchar (beran 3 t)}$$

Buchary 0,2 – 0,4 – 0,75 t volíme pneumatické buchary 1,2 a 3 t volíme parní.

$$\frac{140000}{23.4900} = 1,24 = 1 \text{ kovací lis 150 t. (výkon 23 kg /hod)}$$

$$\text{h) } \frac{100000}{16.4900} = 1,27 = 1 \text{ třecí lis 150 t, 1 výstředníkový lis 100 t}$$

(výkon 16 kg/hod)

$$\text{i) } \frac{300000}{50.4900} = 1,22 = 1 \text{ třecí lis, 1 předkovací kladivo, 1 výstředníkový lis}$$

(výkon 50 kg/hod)

(Údaje o strojích získáme z výrobních postupů představitelů výkovků příslušné hmotnosti skupiny)

Provedeme výpočet ložné plochy a počtu pecí – pro stanovení musíme vycházet z maximální výrobnosti všech zařízení, proto součtem všech hodinových výkonů strojů, vynásobených jejich počtem dostáváme hodinové výkony všech strojů pro volné a zápusťkové výkovky:

pro V.stupeň složitosti:

$$\begin{aligned} V_v &= 1.18 + 1.52 + 1.133 + 3.165 + 2.265 + 1.350 = 1\ 578 \text{ kg/hod. - volně kované výkovky} \\ V_z &= 1.23 + 1.16 + 1.50 = 89 \text{ kg/hod. - zápusťkové výkovky} \\ &= 1\ 667 \text{ kg/hod - celkem} \end{aligned}$$

Současně však pro stanovení ložné plochy ohřívacích pecí musíme uvažovat s tím, že při složitějších tvarech výkovků, je zapotřebí vícenásobný ohřev, čímž výkon pecí klesá (vlivem opakované potřeby ložné plochy). Z tohoto důvodu převedeme výše uvedené hodinové výkony pro V.stupeň složitosti na hodinové výkony, dosažené u výkovků pro nejjednodušší tvar, nevyžadující vícenásobný ohřev – převedeme tedy výkony do IX.stupně složitosti, kde potom v souladu s tab. 2 dostaneme:

$$\begin{aligned} V_v &= 1.115 + 1.200 + 1.370 + 3.465 + 2.915 + 1.1200 = 5\ 110 \text{ kg/hod.} \\ V_z &= 1.50 + 1.120 + 1.200 = 370 \text{ kg/hod} \\ &= 5\ 480 \text{ kg/hod.} \end{aligned}$$

Vsádkovou váhu materiálu, ohřátého na požadovanou teplotu za 1 hod. počítáme s 10 % propalu, potom:

$$Q_h = 5\,480 + 548 = 6\,028 \text{ kg/hod.}$$

Ložnou plochu pak stanovíme v souladu se vztahem :

$$F_p = \frac{Q_h}{f} = \frac{6028}{200} = 30,14 \text{ m}^2$$

Nyní provedeme rozvahu o obsazení pracovišť ohřívacím zařízením (samostatná pec pro každé pracoviště, velká buňka 2 pece) a z literatury vybereme příslušné typy pecí, aby plošně odpovídaly stanovené ložné ploše:

5 ks plynová pec vozová (3x1,5 m)	22,5 m ²
3 ks elektrická pec vozová (2x1m)	6,0 m ²
2 ks elektrická pec vozová (1,25x0,8m)...	2,0m ²
celkem 10 ks pecí o ložné ploše	30,5 m ²

Kapacitně bude tato volba vyhovovat neboť počet pecí vychází z návrhu obsazení pracovišť a ložná plocha pecí je větší, než potřebná plocha, stanovená výpočtem.

Nyní provedeme orientační výpočet dílenských ploch kovárny:

$$F = \frac{Q}{a.s} = \frac{8550}{0,55.2,5} = 6\,300 \text{ m}^2$$

a z pohledu technologického projektanta provedeme rozvržení ploch výrobních a pomocných a předběžnou úvahou stanovíme též plochy vedlejší (dopravní cesty):

Podlahová plocha celkem	=	Plocha výrobní	+	Plochy pomocné	+	Plochy vedlejší
100 %	=	55 %	+	35 %	+	10 %
6 300 m ²		3 465 m ²		2 205 m ²		630 m ²

Takto získané orientační členění použijeme jako základní vodítko zpracování základní rozvahy pro dispozice celé kovárny. Provedeme další přiřazení ploch výrobních i rozčlenění ploch pomocné výroby:

lod' pro volné kování	2 121 m ²
lod' pro zápuskové kování	1 244 m ²
přípravná materiálu	268 m ²
sklad materiálu	1 177 m ²
expedice	432 m ²
sklad zápusstek	108 m ²
sklad provozních hmot	54 m ²
údržba	54 m ²
trafostanice	108 m ²
dopravní cesty (vedlejší plochy)	630 m ²

5. V posledním kroku kapacitního propočtu provedeme předběžný investiční rozpočet:

a) Technologická část (cca 4000 Kč/m ² dílenské plochy)	25 200 000 Kč
b) Energetická část (cca 12 %)	3 020 000 Kč
c) Stavební část (včetně ocelové konstrukce)	
- hala s jeřábovou dráhou (cca 3000 Kč/m ² díl.pl.)	18 900 000 Kč
- přístavek s trafostanicí (cca 400 Kč/m ³)	2 532 000 Kč
d) Zemní práce, inženýrské přípojky, komunikace, rozvody (cca 10 %)	4 965 000 Kč
Investice celkem	54 617 000 Kč

6. Závěrem provedeme kontrolu efektivnosti stavby:

Ø cena volně kovaných výkovků 14,- Kč/kg
Ø cena zápusťkových výkovků 16,- Kč/kg

Přepočtená cena volně kovaných výkovků 8 010 000 x 14 = 112 140 000 Kč/rok
Přepočtená cena zápusťkových výkovků 540 000 x 16 = 8 640 000 Kč/rok
Hodnota roční výroby celkem 120 780 000 Kč/rok

$$\varepsilon = \frac{I}{VZ} = \frac{54617000}{120780000} = 0,45$$

Pro nově budované objekty je $\varepsilon = 0,3$ až $0,7$ - efektivnost investic ve vztahu k uvažované produkci vyhovuje.

Pozn.: V příkladu kapacitního propočtu smíšené kovárny nebylo zvažováno:

počet zaměstnanců – tento se stanoví z propočtu potřeb obsazení jednotlivých strojů a zařízení pro každou uvažovanou směnu a obsazení pracovišť přípravy materiálu, tepelného zpracování, úpravy a kontroly výkovků a pracovišť ručních prací

spotřeba jednicového materiálu (stanoví se z 80 % využití – 10 687 tun)

spotřeba režijního materiálu (stanoví se odhadem pro uvažované oblasti), spotřeba užitkové vody (0,8 l/sek), pitné vody (0,15 l/sek), stlačeného vzduchu (čištění zápusťek 90 m³/hod, sekání a broušení 30 m³/hod.), spotřeba plynu (průmyslová spotřeba u pecí 75% max. příkonu) a elektrického proudu (dle instalovaného příkonu zařízení)

potřeba dopravních zařízení – vyplýne z dispozičního řešení a uspořádání kovárny (jedno nebo dvoulodní) a potřeby jeřábů na jednotlivých pracovištích.

1.5 Přibližný kapacitní propočet lisovny :

V kapacitním propočtu lisovny je důležité především stanovení počtu potřebných strojů - lisů. Hrubý kapacitní propočet můžeme provést podle počtu operací a vybavenosti nářadím (průměrná vybavenost nářadím \bar{f} zde bývá obvykle 1,5 až 5,0 na 1 díl).

Pro běžné hrubé úvahy a první stupně projektu můžeme při kapacitním propočtu použít metody přímých nebo nepřímých ukazatelů, tak jak byla prezentována u propočtu kapacit technologického generelu.

Výhodné je stanovit počet operací, potřebných ke zhotovení výrobního programu za vhodnou časovou jednotku a porovnat jej s výrobností příslušné kategorie lisů – orientační výrobnost lisů je uvedena v tab. 3:

Typ lisu	Časová norma/1 operaci v min.	Hodinová výrobnost v kusech
I. jednočinné lisy		
do 50 kN	0,05 – 0,10	1200 – 600
50 – 100 kN	0,06 - 0,12	1000 - 500
100 – 250 kN	0,15 - 0,25	400 - 250
250 - 600 kN	0,24 – 0,45	200 – 135
přes 600 kN	0,30 - 0,50	200 – 120
II. dvoučinné lisy		
100 – 250 kN	0,15 - 0,40	400 – 150
250 – 600 kN	0,30 – 0,80	200 – 75
přes 600 kN	0,40 – 1,00	150 – 60
III. automaty	0,02	3000

Tab. 3 Orientační hodinová výrobnost lisů

Počet operací je možno stanovit ze vzorce:

$$n_{op} = \bar{f} \cdot n_v$$

kde n_v je počet výlisků (dílů) a \bar{f} značí průměrnou vybavenost nářadím.

U velkých lisů o síle nad 3150 kN pro velké výlisky se dosahuje dle stupně mechanizace výkonu: při malosériové výrobě 0,5 až 1 ks/min, při sériové výrobě 1 až 3 ks/min, při velkosériové a hromadné výrobě až 15 ks/min.

Dále je třeba zvažovat ztráty, vznikající seřizováním strojů (výměna nástrojů), udávané v % časového fondu příslušného stroje – v dobře organizovaných lisovnách jsou počítány v rozmezí: malé dávky (12 až 30 %), střední dávky (7 až 18 %), velké dávky (6 až 12 %).

Pro přesný kapacitní propočet máme k dispozici nejen podrobný výrobní úkol, daný kusovníkem, roční výrobou kompletů a náhradních dílců, ale též podrobnou výkresovou a technologickou dokumentací (technologické postupy).

Podle výsledků hrubého kapacitního propočtu rozhodneme, které díly budou vyráběny ve skupinovém uspořádání strojů a které ve sdružených linkách.

Máme tedy možnost sečíst potřebné jednotkové časy pro roční výrobu na určitém typu stroje, příp. na určitém stroji ve sdružené lince. Má-li být dosaženo dobrého využití sdružené linky, je žádoucí, aby výlisky v ní vyráběné byly technologicky a rozměrově podobné (snazší

seřízení mechanizačních a automatizačních prostředků) a měly pokud možno stejný počet operací. Současně má být na stejné úrovni výrobnost lisů.

Malou lisovnu (do 1000 t/rok) je možno navrhnout podle THU (technicko-hospodářských ukazatelů) a proto postačí zadání výrobního programu globálně v tunách, kusech a Kč.

Střední lisovnu (do 5000 t/rok) je vhodnější navrhnout podle vybraných představitelů (reprezentantů) charakteristických výlisků, u nichž je udán výrobní postup a pracnost.

Velkou lisovnu (přes 5000 t/rok) – hlavně pro výrobu nádobí, automobilů apod., jež má většinou velkosériovou výrobu je nutno navrhnout podle výrobního programu , který bude kromě globálních údajů doložen též přesnými technologickými podklady o výrobních postupech, časech, nástřihových plánech apod.

Stanovení potřebného počtu lisů v hrubém propočtu je možno provést podle vztahu:

$$n = \frac{Q \cdot t}{F}$$

kde Q je počet kusů (výlisků) za rok
t je pracnost na jeden kus (výlisek)
F je roční fond lisu v hodinách

Stanovení hodnoty pracnosti t je většinou zajištěno z odvozených /podobných/ výrob, tedy z praxe v dílnách s příbuznou výrobou.

Vzhledem k tomu, že výlisky jsou členěny do příslušných velikostních skupin (viz tab.4), můžeme určit počet lisů, pomocí tabulek, uváděných v literatuře ve vazbě na plochu výlisků v m², počet zdvihů příslušného lisu/min a z toho odvozené výrobnosti lisu vždy pro příslušnou skupinu velikosti výlisků.

Skupina	Velikost výlisků v m ²
I.	do 0,1
II.	0,11 až 0,25
III.	0,26 až 0,50
IV.	přes 0,5

Tab. 4 Členění výlisků do velikostních skupin

V další části bude pro názornost uveden příklad výpočtu lisovny první koncepce, zahrnující samostatnou nástřihovou linku a samostatnou lisovnu hromadné výroby (příklad je řešením lisovny kuchyňského nádobí)

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

Dáno: tloušťka plechu	1,0 mm
šířka svitku plechu	650 mm
délka svitku plechu (1)	cca 1000 m
hmotnost svitku plechu (G _s)	cca 5000 kg
nástřihový lis o síle	5000 kN
využití linky	0,7
max. teoret. počet zdvihů/min	40 (2400 zdvihů/hod)
směnnost (s)	2 (16 hod/den)
součinitel využití lisu	0,5
počet pracovních dnů/rok	254

počet pracovních zdvihů (n)	24 zdvihů/min (144 zdvihů/h)
ztrátové linky	0,9
Ø rychlost odvíjení svitku (v)	30 m/min (0,5 m/sek)

Výpočet času pro odvíjení svitku: $t_m = \frac{1}{v} = \frac{1000}{30} = 33,3$ minut

Ø rychlost odvíjení svitku 0,5 m/sek je uvažována vzhledem k maximální rychlosti podávání do lisu, která činí 0,715 m/sek. (v některé literatuře je uváděna maximální rychlost podávání 50 m/min). Pracovní cyklus včetně zavedení nového svitku je potom:

$$t_c = 33,3 + 15,7 = 49 \text{ minut}$$

- teoretický počet svitků za den:

$$S_t = \frac{16.60}{49} = 19,6 \cong 20 \text{ ks svitků za den}$$

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

$$S_p = 0,7 \cdot S_t = 0,7 \cdot 20 = 14 \text{ ks svitků za den}$$

hmotnost svitků

$$G = S_p \cdot G_s = 14 \cdot 5000 = 70\,000 \text{ kg/den} \cdot 254 = 17\,780\,000 \text{ kg/rok}$$

výrobnost linky (počet ks přístřihů, vyrobených za rok) při 2 směnném provozu:

$$V = \text{počet dní/rok} \cdot \text{počet min/den} \cdot \text{počet zdvihů/min} \cdot \% \text{ využití} \cdot \text{počet ztrát} \cdot \text{počet ks nástřihů/1 zdvih}$$

$$V = 254 \cdot 960 \cdot 24 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 1 = 3\,686\,861 \text{ ks přístřihů/rok}$$

Při práci bez nástřihové linky (s využitím lisů síly 5000 kN se 4 zdvihy/min) je zapotřebí celkem:

$$V_{\text{lisu}} = 254 \cdot 960 \cdot 4 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot 1 = 390\,144 \text{ ks přístřihů/rok}$$

$$n = \frac{3686861}{390144} = 9,45 \cong 10 \text{ lisů}$$

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

K obsluze 10 lisů, potřebných pro stejnou výrobnost jako u nástřihové linky by bylo zapotřebí ve dvousměnném provozu cca 24 dělníků (výr. dělníci + pomocníci u lisů a doprava tabulí na paletách, stříhání pruhů a transport k lisům a transport 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.

1.5.2 Kapacitní propočet vlastní lisovny pro výrobu nádobí:

Dáno: směnnost (s)	2
počet pracovních dnů/rok	254
hodinový fond výrobního dělníka/rok ...	1850 hod/rok
hodinový fond 1 lisu ve 2 směn.pr./rok ..	4000 hod/rok
požadovaná roční kapacita výroby:	
- hrnce ø 12 – 18 cm	800 000 ks/rok
ø 20 – 26 cm	700 000 ks/rok
- rendlíky ø 12 – 18 cm	1 500 000 ks/rok
ø 20 - 26 cm	1 000 000 ks/rok
- poklice ø 12 – 18 cm	1 600 000 ks/rok
ø 20 – 26 cm	1 900 000 ks/rok
 výroba celkem	 7 500 000 ks/rok

Při kapacitním výpočtu nejdříve stanovíme pro jednotlivé typy výrobků ø přístřihů, vybereme typy odpovídajících lisů a přiřadíme jim ø přístřihů:

Typ lisu	I	II	III
max. ø přístřihu (mm)	360	480	620
max. síla lisu (kN)	250	350	500
teoret. počet zdvihů/min	11	9	7
prakt. počet zdvihů/den	6600	5400	4200

Počet prakticky využitelných zdvihů/den:

$$U = s \cdot \text{minut/směnu} \cdot \% \text{ využití} \cdot \% \text{ ztrát} = 600 \text{ min/den.}$$

Praktický počet zdvihů/den:

$$z_p = U \cdot \text{teoretický počet zdvihů/min}$$

a zpracujeme tabulku pro jednotlivé ø přístřihů se zohledněním rozdílného počtu tahů pro jednotlivé výrobky – stanovíme ø počet tahů/den na příslušných lisech:

Výrobek	ø ks /den vč. 10% zmetky	počet tahů	typ lisu	ø počet tahů/den
hrnec 12 – 18 cm	3 100	3	I	9 300
20 - 26 cm	3 000	3	III	9 000
rendlík 12 – 18 cm	6 000	2	I	12 000
20 – 26 cm	4 100	2	II	8 200
poklice 12 – 18 cm	6 200	1	I	6 200
20 - 26 cm	7 100	1	I	7 100
	29 500			51 800

z níž stanovíme počty tahů na jednotlivých lisech/den.

Počty tahů/den jsou potom na jednotlivých lisech následující:

lis typu I : $9\,300 + 12\,000 + 6\,000 + 7\,100 = 34\,600$ tahů/den

lis typu II : $8\,200 = 8\,200$ tahů/den

lis typu III : $9\,000 = 9\,000$ tahů/den

V dalším kroku vypočítáme potřebu příslušných typů lisů:

$$\text{lis I} \quad n_I = \frac{\text{potř. počet tahů/den}}{\text{prakt. počet zdvihů/den}} = \frac{34\,600}{6\,600} = 5,3 \cong 6 \text{ lisů}$$

$$\text{lis II} \quad n_{II} = \frac{8\,200}{5\,400} = 1,5 \cong 2 \text{ lisy}$$

$$\text{lis III} \quad n_{III} = \frac{9\,000}{4\,200} = 2,2 \cong 3 \text{ lisy}$$

(U lisu III volíme 2 ks, vzhledem k tomu, že zde je možno kapacitně využít lisu II)

Uvedeným kapacitním propočtem jsme zjistili, že požadovanou výrobu je možno zajistit s použitím 10 ks lisů příslušných typů. Dle zkušeností a hrubým propočtem můžeme k výpočtu přiřadit i celkovou potřebu pracovníků.

V závěrečné fázi kapacitního propočtu můžeme prověřit kapacitní vyváženost výroby přístřihů v nástřihové lince a požadované kapacitní potřeby přístřihů pro výrobu v lisovně:

roční kapacita výroby	7 500 000 ks/rok
10 % zmetkovitost celkové výroby	750 000 ks/rok
požadovaná kapacita výroby přístřihů	8 250 000 ks/rok
skutečná kapacita nástřihové linky (2 směny)	3 686 861 ks/rok

Z uvedeného je patrné, že nevyváženost výrobnosti linky a potřeb lisovny bude nutno dále řešit buď zdvojením linky a současným zvýšením směnnosti eventuálně jinými způsoby.

Jako doplněk ke kapacitním propočtům lisovny je nutno uvést, že při stanovení nového výrobního postupu a vhodnosti využití lisování, nemusíme provádět celkový rozbor vlastních nákladů podle kalkulačního členění a nákladových druhů. Rozbor je možno provést tímto zjednodušeným způsobem:

a) pomocí nákladů závislých a nezávislých na množství výrobků si stanovíme množství kusů, při nichž začne být nová technologie rentabilní:

- náklady závislé (úměrně objemu výroby) = závislé náklady na 1 ks x počet kusů
- náklady nezávislé (jednorázové, bez ohledu na objem výroby)

Náklady závislé se skládají z nákladů na materiál, mzdy a režie, náklady nezávislé vznikají při přípravě a zařizování výroby (na technologickou přípravu, na pořízení strojů a nástrojů, na zavedení výroby apod.).

Chceme-li zjistit hospodárnost výroby, musíme brát v úvahu obě tyto nákladové složky – potom celkové náklady $C = Z + N = z \cdot P + N$

kde Z jsou náklady závislé, Z jsou závislé náklady na 1 ks, P je počet kusů a N jsou náklady nezávislé

Pro obě alternativy (technologie) platí stejný vzorec

$$C_1 = z_1 \cdot P_1 + N_1 \text{ (např. ruční výroba nebo obrábění)}$$

$$C_2 = z_2 \cdot P_2 + N_2 \text{ (lisování)}$$

Pro hospodárnější technologii (lisování) platí podmínka, že $C_2 = C_1$ pro určité stejné množství

b) Jestliže jsme správně stanovili podklady pro výpočet a se zvýšením nezávislých nákladů klesly náklady závislé, potom při rozsahu výroby P uhradí úspora na závislých nákladech $(z_1 - z_2)$ zvýšení nákladů nezávislých $(N_2 - N_1)$.

Množství kusů P, od kterého je hospodárné snížit náklady závislé na základě zvýšení nákladů nezávislých je dáno z rovnosti celkových nákladů obou variant:

$$N_1 + z_1 \cdot P = N_2 + z_2 \cdot P$$

c) Počet kusů, od kterého je rentabilní zavést novou technologii (lisování) je dán vztahem, vycházejícím z rovnosti celkových nákladů obou variant:

$$P = \frac{N_2 - N_1}{z_1 - z_2} \quad (\text{kusů})$$

Tuto skutečnost si musí uvědomovat jak konstruktér, tak technolog – postupář i projektant, aby technologie lisování byla navrhována tam, kde je to hospodárné.

1.6 Přibližný kapacitní propočet pomocí přímých ukazatelů:

Jako podklad pro vypracování přípravné projektové dokumentace bývají obvykle zadány následující podklady:

1. Roční hodnota výroby (V), udávána obvykle v mil. Kč, tunách nebo kusech – v případě zadání v mil. Kč/rok je tento ukazatel často označován symbolem HHV jako hodnota hrubé výroby. V případě zadání v tunách/rok je označován Q_{HHV} a v případě zadání počtu vyrobených kusů – jednotek/rok je používán symbol \dot{i} .
2. Typ a charakteristika výrobku, jehož výroba má být uskutečněna (výkovky, odlitky, traktory apod.) s udáním jeho hlavních parametrů, případně je určen výrobek podobný – tzv. představitel či reprezentant, není-li technická dokumentace k dispozici.
3. Ukazatel (p_1), udávající roční výrobu na 1m^2 základní výrobní plochy za 1 směnu v Kč.
4. Ukazatel (p_3), udávající roční výrobu na 1 stroj v jedné směně za rok v Kč.
5. Ukazatel (p_5), udávající roční výrobu na 1 dělníka základní výroby (jednicového) v Kč.
6. Směnnost (S), která se volí obvykle 2 jako průměrná hodnota

a) Základní výrobní plocha (m²) se vypočítá ze vztahu:

$$F_v = \frac{V}{p_1 \cdot S} \quad (\text{m}^2)$$

b) Teoretický počet strojů základní výroby (ks) se vypočítá ze vztahu:

$$P_t = \frac{V}{p_3 \cdot S_s} \quad (\text{ks})$$

kde S_s je tzv. strojní směnnost - volí se 2,0

c) Počet výrobních dělníků základní výroby (jednicových) se stanoví ze vztahu:

$$D_j = \frac{V}{p_5} \quad (\text{počet dělníků})$$

d) Počet pomocných dělníků se stanoví z počtu výrobních dělníků základní výroby (D_j) podle druhu výrobků a charakteru výroby na základě praktických zkušeností nebo tabulek – pro případ, kdy počet pomocných dělníků činí 40 % z dělníků výrobních (jednicových) je potom počet dělníků pomocných:

$$D_p = 0,4 \cdot D_j \quad (\text{počet dělníků})$$

e) Evidenční stav dělníků je počet výrobních a pomocných dělníků, zvýšený o plánovanou absenci. Činí-li plánovaná absence 10 % je potom evidenční stav dělníků :

$$D_{ev} = (D_j + D_p) \cdot 1,1 \quad (\text{počet dělníků})$$

f) Celkový počet dělníků (D_c) nebo (D_{ev}) bývá též vyjadřován přímo ve vztahu k dělníkům jednicovým pomocí koeficientu (η), takže je-li podíl jednicových dělníků z dělníků celkem např. 65 %, je η = 0,65 a toto je vyjádřeno vztahem:

$$D_c = \frac{D_j}{\eta} = \frac{D_j}{0,65} \quad (\text{počet dělníků})$$

g) Počet ITP – inženýrskotechnických pracovníků a AP – administrativních pracovníků se obvykle stanoví podle tabulek nebo směrnic o provádění systematizace obsazování funkcí v podniku nebo v provozu. Složení ITP a AP bývá ve strojírenských závodech následující:

konstruktéři 15 %
techničtí pracovníci 50 %
administrativní pracovníci.. 35 %

Pozn.. Uvedené složení vychází ještě z údajů a směrnic pro technologické projektanty, platných před změnami v ekonomických pravidlech.

h) Pro určení správných ploch, příslušejících na pracoviště těchto profesí se podle zkušeností uvažuje:

- 4,5 až 5 m² pro pracoviště 1 administrativního pracovníka
- 5 až 6 m² pro pracoviště technického pracovníka
- 6 až 12 m² pro pracoviště konstruktéra

Vypočtenou plochu je nutno zvýšit ještě o plochu chodeb, schodiště, výtahy a event. další uvažované plochy, což činí dále 35 až 45 % čistých ploch pracovišť.

i) Pro určení sociálních ploch používá technologický projektant rovněž tabulek a směrnic – orientační údaje jsou následující:

plocha šaten pro 1 zaměstnance činí	0,8 až 0,85 m ²
plocha umývárny pro 1 zaměstnance činí	0,3 až 0,5 m ²
plocha WC (2 m ² uvažováno pro 15 zaměstnanců) ...	0,1 až 0,2 m ²
celková sociální plocha pro 1 zaměstnance	1,2 až 1,55 m ²

Celkovou vypočtenou sociální plochu pro dělníky, ITP a AP je nutno zvýšit o plochy schodišť, výtahů apod. (nebyla-li uvažována pro ITP a AP samostatně při výpočtu ploch administrativního bloku) – tedy opět o 35 až 45 % čistých ploch.

Tímto postupem jsme získali mimo počet strojů a dělníků (včetně ITP a AP) přibližnou představu o celkové podlahové ploše útvaru (objektu), sestávající z provozní plochy $F_{pr} = F_v + F_p$, jakož i plochy správní a sociální.

Pro upřesnění je nutno uvést, že pomocná plocha F_p , tj. plocha pomocných útvarů skladů a hlavních dopravních cest tvoří obvykle 40 až 60 % základní výrobní plochy F_v a toto procento je závislé na druhu výroby, její úrovni a též druhu použité technologie.

Obdobným způsobem se propočítávají plochy předhotovující a dohotovující výroby. Tím se získávají základní podklady pro zpracování investičního záměru, případně projektového úkolu.

Ostatní údaje jsou určovány na základě hodnot podle zkušeností projekčních organizací, ukazatelů z praxe nebo tzv. ukazatelů z odvozených (obdobných) výrob.

Jako příklad nejjednoduššího postupu, vycházejícího plně z přibližného propočtu pomocí přímých ukazatelů je především výpočet hlavních hodnot v projektovém úkolu:

- Dáno: Roční hodnota výroby jistého výrobku činí $V = 140$ mil. Kč při kusové výrobě a průměrné směnnosti $S = 1,8$ (strojní směnnost $S_s = 2,0$)
- Hodnota roční výroby, připadající na 1 m² základní výrobní plochy činí $p_1 = 6040,-$ Kč .
- Hodnota roční výroby, připadající na 1 stroj základní výroby $p_3 = 350000,-$ Kč
- Hodnota roční výroby, připadající na 1 dělníka $p_5 = 226000,-$ Kč.

Výpočet:

$$1. \text{ Základní výrobní plocha } F_v = \frac{V}{p_1 \cdot S} = \frac{140000000}{6040 \cdot 1,8} = 12\,900 \text{ m}^2$$

2. Teoretický počet strojů základní výroby:

$$P_t = \frac{V}{p_3 \cdot S_s} = \frac{140000000}{350000 \cdot 2} = 200 \text{ strojů}$$

3. Potřebný počet dělníků základní výroby:

$$D_j = \frac{V}{p_5} = \frac{140000000}{226000} \cong 620 \text{ dělníků}$$

4. Pomocné plochy: $F_p = F_v \cdot 0,6 = 12\,900 \cdot 0,6 \cong 7\,700 \text{ m}^2$

5. Provozní plocha: $F_{pr} = F_v + F_p = 12\,900 + 7\,700 \cong 20\,600 \text{ m}^2$

6. Počet pomocných dělníků : $D_p = D_j \cdot 0,4 = 620 \cdot 0,4 = 248 \text{ dělníků}$

7. Evidenční stav dělníků (při plánované absenci ve výši 10 %) činí:

$$D_{ev} = (D_j + D_p) \cdot 1,1 = (620 + 248) \cdot 1,1 \cong 955 \text{ dělníků}$$

8. Počet ITP a AP pracovníků (uvažujeme, že činí 20 % počtu evidenčního počtu dělníků) je potom :

$$\text{Počet ITP a AP : } 0,2 \cdot 955 = 191 \text{ pracovníků}$$

9. Nyní provedeme rozčlenění ITP a AP podle profesí a v souladu s bodem h) provedeme výpočet čisté a celkové správní plochy samostatně pro tuto kategorii pracovníků. Pro další výpočet uvažujeme celkovou správní plochu 1600 m^2 . Zahrneme-li ITP a AP v orientačním výpočtu do celkového počtu zaměstnanců, bude tento celkový počet:

$$D_{ev} + \text{ITP} + \text{AP} = 955 + 191 = 1146 \text{ zaměstnanců}$$

10. Potřebná čistá sociální plocha (viz bod i) potom bude:

$$1146 \cdot 1,2 = 1380 \text{ m}^2 = 1380 \text{ m}^2$$

se zohledněním cca 35 % plochy, připadající na schodiště, chodby, výtahy apod. dostáváme pak celkovou sociální plochu :

$$1380 \cdot 1,35 = 1860 \text{ m}^2$$

Podlahová plocha objektu bude tedy tvořena součtem provozní, správní a sociální plochy což činí:

$$F = F_{pr} + F_{sp} + F_{soc} = 20600 + 1600 + 1860 = 24\,060 \text{ m}^2$$

1.7 Přibližný kapacitní propočet pomocí nepřímých ukazatelů:

Základním údajem, potřebným pro stanovení strojního parku je obdobně jako u výpočtu z přímých ukazatelů hodnota výroby (V) v Kč s upřesněním požadovaného druhu výroby. Další hodnoty, které je nutno určit podle výrob již realizovaných nebo dle zkušeností jsou následující:

1. Roční hodnota vyplacených mezd (M) strojních a ručních pracovníků v 1000 Kč, nebo podíl strojních a ručních mezd z hodnoty výroby v % (ukazatel x_s a x_r)
2. Skutečný průměrný výdělek výrobního dělníka ručního (m_r) a strojního (m_s) v Kč/hod.
3. Směnnost (S), kterou obvykle volíme 2,0
4. Měrná plocha 1 pracoviště (r) strojního nebo ručního v m^2
5. Rozklad strojních hodin na jednotlivé strojní profese se určí podle podobné výroby z THN výkonových
6. Množství strojů, obsluhovaných jedním dělníkem (n)

Postup výpočtu, který vychází především z oblasti mzdové, je potom následující:

- a) Strojní mzdy (M_s) a ruční mzdy stanovíme u jednicových dělníků ze vztahů:

$$M_s = \frac{V \cdot x_s}{100} \quad (\text{Kč}) \qquad M_r = \frac{V \cdot x_r}{100} \quad (\text{Kč})$$

- b) Následně určíme potřebný počet výrobních hodin pro splnění ročního výrobního plánu

$$H_{efs} = \frac{M_s}{m_s} \quad (\text{hod}) \qquad H_{efr} = \frac{M_r}{m_r} \quad (\text{hod})$$

H_{efs} skutečně odpracované strojní hodiny

H_{efr} skutečně odpracované ruční hodiny

- c) Stanovíme potřebný počet strojních (P_s) a ručních (P_r) pracovišť:

$$P_s = \frac{H_{efs}}{E_s \cdot S_s} \quad (\text{poč. prac.}) \qquad P_r = \frac{H_{efr}}{E_r \cdot S_r} \quad (\text{poč. prac.})$$

E_s, E_r efektivní roční kapacita strojního a ručního pracoviště

S_s, S_r směnnost strojní a ruční

- d) Pro základní informaci nám uvedený výpočet počtu pracovišť dostačuje. Chceme-li provést další zpřesnění, musíme v dalším kroku provést zpřesnění, zahrnující víceobsahu nebo méněobsahu (pokud je s ní uvažováno) a samostatný propočet strojů doplňkových, které nejsou ve výrobě plně využity.

- d) Další postup výpočtu provedeme již podle dříve uvedených vztahů a postupů.