

Technologický projekt vstřikovny plastů

Bc. Jiří Čablík

Diplomová práce
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

nascannované zadání s. 1

nascannované zadání s. 2

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce je vypracovat technologický návrh vstříkovny plastů. Literární rešerše se zabývá problematikou zpracování plastů vstříkováním v návaznosti na technologické projektování.

Praktická část diplomové práce obsahuje konkrétní technologické řešení vstříkovny plastů. Výsledkem je návrh rozmístění výrobních strojů a zařízení ve výrobní hale, jakož i návrh dalších obslužných pracovišť.

Klíčová slova: vstříkovna

ABSTRACT

The purpose of this diploma thesis is making the technology project of injection moulding workplace for plastics. Theoretical part is going into problem of production plastic with injection moulding with connection to technology projecting. The practical part of diploma work contains factual technological solution of injection room for plastics. The conclusion is project of distribution of production machines in factory building, and proposition of other staff workplaces.

Keywords: injection moulding workplace

Děkuji panu doc. Ing. Miroslavu Maňasovi, CSc. za odborné vedení mé diplomové práce, za cenné rady a připomínky, které mi pomohly v řešení dané problematiky.

Souhlasím s tím, že s výsledky mé práce může být naloženo podle uvážení vedoucího diplomové práce a ředitele ústavu. V případě publikace budu uveden jako spoluautor.

Prohlašuji, že jsem na celé diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

Ve Zlíně, 15.5.2006

.....

podpis

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 VSTŘIKOVÁNÍ TERMOPLASTŮ	13
1.1 PRINCIP VSTŘIKOVÁNÍ	13
1.2 UZAVÍRACÍ JEDNOTKA VSTŘIKOVACÍHO STROJE	14
1.3 VSTŘIKOVACÍ JEDNOTKA VSTŘIKOVACÍHO STROJE	15
1.4 HYDRAULICKÝ OBVOD VSTŘIKOVACÍHO STROJE.....	16
1.5 USPOŘÁDÁNÍ VSTŘIKOVACÍCH STROJŮ	17
1.6 ENERGETICKÁ NÁROČNOST VSTŘIKOVACÍCH STROJŮ	18
1.7 ŘÍZENÍ A REGULACE VSTŘIKOVACÍCH STROJŮ	18
2 PLASTY ZPRACOVÁVANÉ VSTŘIKOVÁNÍM	20
3 PŘÍPRAVA PLASTŮ PŘED VSTŘIKOVÁNÍM	23
3.1 SUŠENÍ TERMOPLASTŮ.....	23
3.2 BARVENÍ GRANULOVANÝCH PLASTŮ	23
4 ZÁSADY TECHNOLOGICKÉHO PROJEKTOVÁNÍ	25
4.1 ZÁSADA VARIANTNOSTI	25
4.2 ZÁSADA POSTUPNÉHO ŘEŠENÍ	25
4.3 ZÁSADA NEMĚNNOSTI PROJEKTU	26
4.4 ZÁSADA USPOŘÁDANOSTI A UNIFIKACE.....	26
5 ZÁKLADNÍ FÁZE PROJEKTU	27
5.1 SITUOVÁNÍ	27
5.2 GENERÁLNÍ ŘEŠENÍ	27
5.3 DETAILNÍ DISPOZICE (PROVÁDĚCÍ PROJEKT)	27
5.4 REALIZACE.....	27
6 PROJEKTY DETAILNÍCH DISPOZICÍ	28
6.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	28
6.2 VÝKRESY DETAILNÍCH DISPOZICÍ.....	29
6.3 VÝKRESY MATERIÁLOVÉHO TOKU	30
6.4 SCHÉMATICKÉ VÝKRESY SOCIÁLNÍCH ZAŘÍZENÍ	30
6.5 JINÉ VÝKRESY PRO REALIZACI PROJEKTU.....	31
6.6 SEZNAM STROJŮ A ZAŘÍZENÍ.....	31
7 VÝROBNÍ PLOCHY	32

7.1	ČISTÁ VÝROBNÍ PLOCHA.....	32
7.2	DOPRAVNÍ PLOCHA.....	34
7.3	PLOCHA MEZISKLADŮ.....	35
7.4	POMOCNÁ PLOCHA	36
7.5	URČENÍ PLOCH	36
7.5.1	Určování ploch pomocí plošných ukazatelů	36
7.5.2	Určování ploch pomocí plošných koeficientů.....	37
7.5.3	Určování ploch výpočtem náhradní plochy.....	38
7.5.4	Určování ploch pomocí přídavných koeficientů	38
8	KAPACITNÍ PROPOČTY	40
8.1	PŘIBLIŽNÝ KAPACITNÍ PROPOČET POMOCÍ PŘÍMÝCH UKAZATELŮ	40
8.2	PŘIBLIŽNÝ KAPACITNÍ PROPOČET POMOCÍ NEPŘÍMÝCH UKAZATELŮ	43
9	ZÁKLADNÍ USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠŤ A STROJŮ.....	46
9.1	VOLNÉ USPOŘÁDÁNÍ	46
9.2	TECHNOLOGICKÉ USPOŘÁDÁNÍ.....	46
9.3	PŘEDMĚTNÉ USPOŘÁDÁNÍ	47
9.4	MODULÁRNÍ USPOŘÁDÁNÍ.....	47
9.5	BUŇKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ.....	48
10	PROSTOROVÉ ROZMÍSTĚNÍ STROJŮ A ZAŘÍZENÍ.....	49
10.1	ROZMÍSTĚNÍ DO PŘÍMKY	49
10.2	ROZMÍSTĚNÍ DO TROJÚHELNÍKA	49
10.3	ROZMÍSTĚNÍ DO KRUHU	50
10.4	ÚHEL USPOŘÁDÁNÍ STROJŮ	51
10.5	VZDÁLENOSTI STROJŮ	51
11	SKLADOVÉ PROSTORY	54
11.1	VÝPOČET PLOCHY SKLADU	54
11.2	ZPŮSOBY SKLADOVÁNÍ.....	55
12	PROJEKTOVÁNÍ MONTÁŽÍ	56
12.1	STACIONÁRNÍ MONTÁŽ.....	56
12.2	POHYBLIVÁ MONTÁŽ.....	57
12.3	PROJEKTOVÉ ŘEŠENÍ MONTÁŽE	57
13	STANOVENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE	59
II	PRAKTICKÁ ČÁST	60
14	ZADÁNÍ TECHNOLOGICKÉHO PROJEKTU.....	61
15	NÁVRH POTŘEBNÝCH VÝROBNÍCH A OBSLUŽNÝCH PRACOVIŠŤ	63

15.1	VÝROBNÍ PLÁN.....	63
15.2	MATERIÁL ZÁKLADNÍ VÝROBY.....	63
15.3	ÚDAJE O VÝROBCÍCH.....	64
15.3.1	Funkční popis.....	64
15.3.2	Postup výroby.....	64
15.4	TECHNOLOGIE VÝROBNÍHO PROCESU.....	65
15.4.1	Průběh vstřikovacího cyklu.....	65
15.4.2	Doporučené zpracovatelské teploty a tlaky.....	67
15.5	KAPACITNÍ PROPOČET VSTŘIKOVNY.....	68
15.5.1	Efektivní časové fondy.....	68
15.5.2	Výrobní systém č.1.....	69
15.5.3	Výrobní systém č.2.....	74
15.5.4	Výrobní systém č.3.....	76
15.5.5	Výrobní systém č.4.....	79
15.5.6	Výrobní systém č.5.....	81
15.5.7	Výrobní systém č.6.....	84
15.5.8	Výrobní systém č.7.....	86
15.6	NÁVRH DOPRAVY MATERIÁLU.....	89
15.6.1	Vnitřní zásobování.....	89
15.6.2	Vnější zásobování.....	91
15.7	ZPRACOVÁNÍ ODPADŮ.....	93
15.8	NÁVRH MANIPULACE S VÝROBKOU.....	94
15.8.1	Výrobky o hmotnosti 100g (100x100x50mm).....	94
15.8.2	Výrobky o hmotnosti 200g (200x200x50mm).....	96
15.8.3	Výrobky o hmotnosti 800g (300x300x100mm).....	97
15.8.4	Výrobky o hmotnosti 1500g (400x400x100mm).....	98
15.8.5	Návrh manipulačního prostředku.....	99
15.8.6	Minimální šířka dopravní komunikace pro dopravu břemen.....	99
15.9	CHLADÍCÍ OKRUH.....	99
15.9.1	Otevřený chladicí okruh.....	100
15.9.2	Uzavřený chladicí okruh.....	101
15.9.3	Návrh chladicího okruhu vstřikovny.....	102
15.10	SKLAD FOREM.....	104
15.10.1	Základní údaje výroby.....	104
15.10.2	Rozměry a hmotnosti forem.....	104
15.10.3	Způsob skladování forem.....	104
15.10.4	Přibližné určení skladovací plochy.....	105
15.10.5	Způsob manipulace s formami.....	105
15.11	MONTÁŽNÍ PRACOVÍŠTĚ.....	106
15.12	SKLAD VÝROBKŮ.....	106
15.12.1	Vstupní údaje pro skladování.....	107
15.12.2	Přibližné určení skladovací plochy A^e_G	107
15.13	DETAILNÍ DISPOZICE.....	108
15.13.1	Základní budova vstřikovny.....	108

15.13.2	Rozmístění obslužných pracovišť	109
15.13.3	Rozmístění strojů a zařízení (varianta č.1).....	109
15.13.4	Rozmístění strojů a zařízení (varianta č.2).....	109
15.13.5	Energetické rozvody.....	109
16	NÁVRH MATERIÁLOVÝCH TOKŮ.....	111
16.1	ZÁKLADNÍ ÚDAJE MATERIÁLOVÉHO TOKU VÝROBNÍCH SYSTÉMŮ.....	111
16.2	ZNÁZORNĚNÍ MATERIÁLOVÝCH TOKŮ	112
17	EKONOMICKÁ ANALÝZA NAVRŽENÉHO PROJEKTU.....	113
17.1	NÁKLADY NA STROJE A ZAŘÍZENÍ	113
17.2	PŘIBLIŽNÁ SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE VÝROBNÍCH ZAŘÍZENÍ.....	114
18	DISKUSE VÝSLEDKŮ	115
	ZÁVĚR	118
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	119
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	121
	SEZNAM OBRÁZKŮ	126
	SEZNAM TABULEK.....	128
	SEZNAM PŘÍLOH.....	132

ÚVOD

Progresivní rozvoj každé společnosti vyžaduje budování a zdokonalování průmyslu jako hlavního článku hospodářské základny. Každá kvantitativní, ale i kvalitativní změna v průmyslu vyžaduje dokonalou přípravu v předvýrobních fázích, která má zabezpečit uskutečnění plánované reformy nejjednodušší a nejefektivnější cestou za podmínky dosažení stanoveného cíle.

Technologické projektování je jednou ze základních činností v procesu přípravy inovace, modernizace nebo rekonstrukce výroby. Technologický projekt je prvním modelem struktury budoucí výroby, podle kterého se dá simulovat budoucí výrobní proces s jeho ekonomickými důsledky.

Samotné průmyslové podniky jsou výrobními a pracovními místy. Musí proto vyhovovat technickým a hospodářským požadavkům a především i nárokům, které se na ně kladou v souvislosti s potřebami lidí pracujících v těchto podnicích. Technologický projekt by proto měl všechny tyto požadavky a nároky zohledňovat a měl by technicky připravit těmto požadavkům odpovídající optimální výrobní podmínky.

Každé výstavbě či rekonstrukci části podniku nebo dílny předchází rozsáhlé úvahy a práce. Fáze projektování má stále větší vliv na funkční vlastnosti projektovaného zařízení, možnost jeho údržby, a tím na dosažitelný ekonomický výsledek.

Základním úkolem technologického projektu výrobního podniku, provozu či dílny je najít co nejoptimálnější řešení výrobních prostor, počínaje volbou konstrukce stavby, rozmístěním strojů, určením potřebných kapacit, konče osvětlením či barevným vyhotovením pracovišť. Veškerá činnost vedoucí ke konečnému řešení by měla být doprovázena snahou o co nejnižší náklady na realizaci. Z hlediska realizace je vskutku téměř stejně nákladné uskutečnit podle projektu jak dobré tak i špatné řešení. Špatné řešení může být paradoxně i levnější. Jakmile se však špatný projekt jednou realizuje, potom náklady, které by vyžadovalo nové uspořádání či dodatečná úprava, se stávají zábranou vhodnějšímu dispozičnímu uspořádání.

Každý projekt výrobního závodu či jeho části vychází ze dvou základních prvků:

- z produkce (výrobku), tj. z toho, co se má vyrábět
- z kvantity (množství), tj. z toho, kolik se má od každé položky vyrábět

Těmto dvěma prvkům jsou podřízeny – ať již přímo, nebo nepřímo – všechny ostatní stránky a podmínky řešení projektu. Proto je důležité, mít o těchto dvou prvcích k dispozici fakta, odhady a potřebné informace.

Hlavním předpokladem racionálního projektování a dosažení dobrých výsledků je zkrácení přípravného času realizace, protože každý projekt už v den realizace neodpovídá nejnovějšímu stavu techniky.

Cílem každého projektanta by mělo být optimální zkrácení času projektování při současném dodržení vysoké kvality projektu.

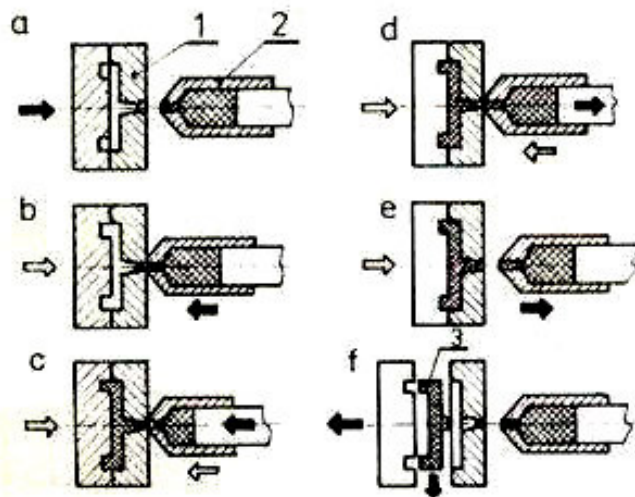
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VSTŘIKOVÁNÍ TERMOPLASTŮ

Vstřikování zaznamenalo v poslední době nejbouřlivější rozvoj ze všech technologií zpracování plastů a elastomerů. Na vstřikovacích strojích lze vyrábět i výrobky velmi složitých tvarů v úzkých výrobních tolerancích a v obrovských sériích. Vstřikované výrobky nacházejí využití v domácnostech, ve spotřebním průmyslu, strojírenském, automobilovém průmyslu, elektrotechnice, elektronice i v optice. [8]

1.1 Princip vstřikování

Tavenina se připraví v tavicí komoře vstřikovací jednotky a je vstříknuta do formy, kde ztuhne (eventuálně zesítuje). Nejdříve dojde k uzavření vstřikovací formy 1 (a), vstřikovací jednotka je ve výchozí poloze. Vstřikovací jednotka 2 se poté přisune a dosedne na uzavřenou formu 1 (b). Po dosednutí nastává vstřikování taveniny (c). Po naplnění dutiny formy taveninou nastává její tuhnutí, po čase pak postupné doplňování formy (d). Ve formě pokračuje tuhnutí bez tlaku. Následuje odsun vstřikovací jednotky do výchozí polohy (e). Po ztuhnutí nastává otevření formy (f) a vyhození výstřiku. Ve vstřikovací jednotce mezitím probíhá příprava taveniny. Forma i vstřikovací jednotka jsou ve výchozí poloze a celý cyklus se může opakovat. [8]



Obr. 1. Vstřikovací cyklus

1.2 Uzavírací jednotka vstřikovacího stroje

Vstřikovací stroje mají nosnou konstrukci obvykle sloupovou. Menší stroje mívají konstrukci dvousloupovou, větší čtyřsloupovou. Nosné sloupy spojují jednotlivé části stroje a zároveň slouží k vedení jeho pohyblivých částí. Fréma vstřikovacích strojů bývá vyrobena nejčastěji z litiny nebo jako svařenec a mívá vytvořené lože s vodícími plochami umožňující pohyb vstřikovací jednotky. V současné době se u vstřikovacích strojů setkáváme i s bezsloupkovou konstrukcí.

Otevření a bezpečné uzavření formy zajišťuje uzavírací ústrojí. Potřebná uzavírací síla je závislá na velikosti stroje, resp. na velikosti plochy průřezu výstřiku v dělicí rovině a na velikosti vstřikovacího tlaku. Uspořádání uzavírací jednotky a tuhost uzavíracího mechanismu má rozhodující vliv na těsnost formy. [8]

Podle druhu pohonu lze rozdělit uzavírací jednotku na hydraulickou, hydraulicko-mechanickou a elektromechanickou.



Obr. 2. Rozdělení dle uzavíracího ústrojí

Hydraulická uzavírací ústrojí mají uzavírací rychlost řízenou uspořádáním a ovládním hydraulického obvodu. U hydraulicko-mechanického uzavíracího ústrojí bude rychlost uzavírání dána kinematickým uspořádáním mechanismu, což umožňuje docílení minimálních dosedacích rychlostí. Při konstrukci elektromechanických uzavíracích ústrojí se využívá zkušeností z konstrukce obráběcích strojů. Jejich výhodou je jednoduché ovládní a příznivá spotřeba energie. [8]

Nejjednodušší přímé hydraulické uzavírací ústrojí se skládá z pístu a válce. Výhodu tohoto přímého uspořádání lze spatřovat v jednoduchosti. K dosažení velkých uzavíracích sil jsou však zapotřebí velké rozměry hydraulických válců a k zajištění dostatečně vysokých uzavíracích rychlostí značné množství hydraulické kapaliny. [8]

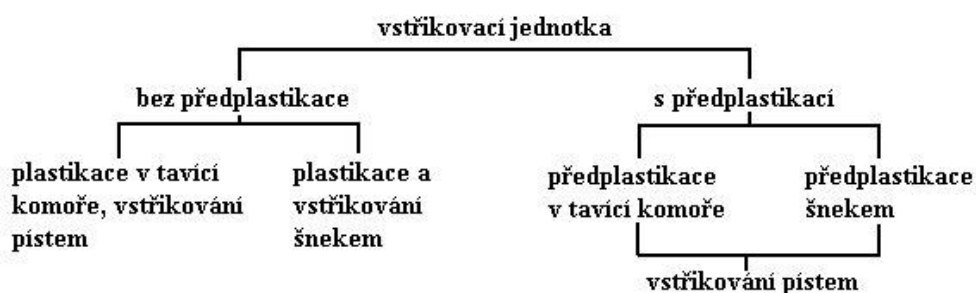
Nevýhody hydraulického uzavírání odstraňuje hydraulické uzavírání s mechanickým závorováním. Mechanickým závorováním se rozumí dočasné nahrazení hydraulického systému systémem mechanickým, tzn., že mezi pohyblivou částí a základovým rámem vznikne tuhé spojení. Výhody tohoto uspořádání vyniknou u velkých vstřikovacích strojů. [8]

K vyvození vysokých uzavíracích sil je třeba vybavit hydraulické uzavírací jednotky hydraulickými válci velkých průměrů, což přináší řadu problémů. Proto se postupně přistupovalo k řešení hydraulicko-mechanických ústrojí, v nichž je příslušná uzavírací síla vyvozena malým hydraulickým válcem přes vhodný systém pákových převodů. Kinematickým uspořádáním mechanismu se docílí velmi příznivých jak silových, tak i rychlostních poměrů. Nejčastěji používanou skupinou uzavíracích mechanismů jsou tzv. kloubové uzávěry. [8]

Příprava tlakové energie pro pohon hydraulických válců je energeticky velmi náročná. Proto je možno zejména v poslední době sledovat snahy některých výrobců o přímé použití elektrických pohonů v uzavíracích jednotkách. Jednalo se především o nahrazení přímočarého hydraulického motoru elektromotorem s klikovým mechanismem, eventuálně o využití řady pozitivních zkušeností z oblasti stavby obráběcích strojů (využití kuličkových šroubů). K výhodám elektromechanických uzavíracích ústrojí patří jejich konstrukční jednoduchost, vysoká uzavírací rychlost a snadná automatizace celého pracovního cyklu. Další výhodou je nižší energetická náročnost. [8]

1.3 Vstřikovací jednotka vstřikovacího stroje

Vstřikovací jednotka musí zajistit dokonalou plastikaci a homogenizaci taveniny a dostatečně vysoký vstřikovací tlak. Vstřikovací jednotky se obvykle dělí podle způsobu plastikace.



Obr. 3. Rozdělení dle způsobu plastikace

Ve vstříkovací jednotce bez předplastikace probíhá plastikace v tavicí komoře (pístová plastikace) nebo v pracovním válci (šneková plastikace).

Při pístové plastikaci se dávkuje zpracováváný materiál dávkovacím zařízením do tavicí komory a to buď objemově nebo hmotově. V tavicí komoře se materiál roztaví a tavenina se vstříkne vstříkovacím pístem do formy. Teplo potřebné k ohřátí materiálu z počáteční teploty na teplotu vstříkování dodávají pásová topná tělesa.

Výhodou vstříkovacích jednotek s pístovou plastikací je jednoduchá konstrukce a snadné docílení poměrně vysokých vstříkovacích tlaků (přes 100 MPa). Nevýhodou je horší homogenizace taveniny. [8]

U vstříkovací jednotky se šnekovou plastikací vstupuje zpracováváný materiál z násypky do pracovního válce. V pracovním válci se šnekem plastikuje, homogenizuje a dopravuje před špicí šneku. Šnek se otáčí a posouvá směrem dozadu, čímž vytváří prostor pro taveninu. Po zplastikování potřebného množství se materiál axiálním pohybem šneku vstříkne přes vstříkovací trysku do formy. Pracovní válec je opatřen topením. Přímočarý i rotační pohon šneku bývá realizován přímočarým a rotačním hydromotorem, popř. elektromotorem s mechanickými převody. [8]

Zajištění dostatečného plastikačního výkonu a dokonalé homogenizace taveniny vedly k rozdělení vstříkovací jednotky na část plastikační a část vstříkovací. Zpracováváný materiál se plastikuje v oddělené plastikační jednotce a takto připravená tavenina se dopravuje do vstříkovacího válce, odkud se pak vstříkne pístem do formy. Toto uspořádání umožňuje i výrazné zkrácení vstříkovacího cyklu.

Plastikace může probíhat v plastikační komoře (pístová plastikace) nebo v pracovním válci (šneková plastikace). Vstříkování je v obou případech zajištěno vstříkovacím pístem. [8]

1.4 Hydraulický obvod vstříkovacího stroje

Potřeba tlakové kapaliny není v jednotlivých částech vstříkovacího cyklu stejná. Proto je nutno používat buď několika čerpadel umožňující zásobovat jednotlivé spotřebiče v okamžiku potřeby nebo akumulátory tlakové kapaliny. Uspořádání s akumulátorem tlakové kapaliny je výhodnější zejména u větších vstříkovacích strojů. Pneumatické akumulátory jsou tlakové nádoby, z části naplněné tlakovou kapalinou a z části plynem, nejčastěji

dusíkem. Poměr objemu plynu a kapaliny je nutné volit tak, aby nenastal větší pokles tlaku než cca 2%.

K uzavření hydraulického obvodu slouží zpětné ventily. Důležitými funkčními orgány hydraulických obvodů jsou šoupátkové rozvaděče. Mohou být ovládány ručně, elektromagneticky, pneumaticky nebo hydraulicky.

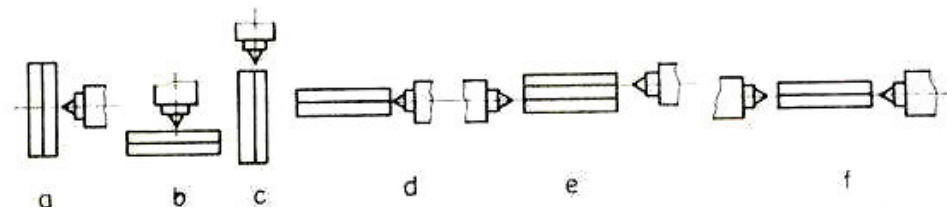
Jednotlivé části hydraulického obvodu jsou propojeny potrubím, nebo tlakovými hadicemi. Tlakové hadice zajišťují pružná připojení. Nejčastěji používanou hydraulickou kapalinou jsou různé druhy olejů. Aby byl olej pro tyto účely použitelný, musí splňovat celou řadu přísných požadavků. Musí být odolný proti oxidaci, nesmí mít korozivní účinky na hydraulická zařízení, nesmí v obvodu pěnit, musí mít dobré mazací vlastnosti a jeho viskozita nemá být závislá teplotě.

Bezporuchový provoz lze zajistit za předpokladu vysoké čistoty hydraulické kapaliny. Mechanické nečistoty se musí zachytit na filtrech. V případě, že v provozu dochází k nadměrnému zahřívání oleje, musí se do obvodu vřadit chladič.

Na těsnění pohyblivých částí se používají různé druhy těsnících elementů. Při návrhu vhodného typu je nutno mít na zřeteli, že nesprávná volba může velmi nepříznivě ovlivnit funkci, ale i účinnost zařízení. [8]

1.5 Uspořádání vstřikovacích strojů

Vstřikovací stroje mohou mít různě uspořádané uzavírací a vstřikovací jednotky. Nejběžnější varianty jsou na obrázku (Obr. 4.):



Obr. 4. Uspořádání uzavírací a vstřikovací jednotky

a – horizontální, b – vertikální, c,d,e,f – úhlové (vstřikování do dělicí roviny)

1.6 Energetická náročnost vstřikovacích strojů

Elektrická energie odebírána ze sítě je ve vstřikovacím stroji spotřebovávána jako energie hydraulické kapaliny, energie tepelná a energie elektrická.

Energie tlaková hydraulické kapaliny se spotřebovává v pohonech uzavírací jednotky, vstřikovací jednotky, popř. v pohonech přídatných zařízení a na pokrytí hydraulických a hydraulicko-mechanických ztrát. Tepelná energie slouží k temperování formy, plastikačního válce, popř. i šneku a ke krytí odpovídajících ztrát. Elektrická energie zajišťuje zejména vlastní spotřebu řídicí a ovládací jednotky vstřikovacího stroje. Pohon šneku lze realizovat buď hydromotorem nebo je použit elektrický pohon.

Spotřeba energie v průběhu pracovního cyklu je u jednotlivých spotřebičů velmi rozdílná. Nejvyšší spotřebu energie po relativně krátký čas vykazuje vstřikovací válec, avšak největší množství energie během pracovního cyklu odebírá pohon plastikačního šneku.

Spotřeba energie uzavírací jednotkou dosahuje maxima v krátkém časovém úseku, kdy se vyvozuje uzavírací síla. Uzavírací jednotka ovlivňuje dobu běhu naprázdno hydraulických pohonů ostatních skupin stroje a má tedy rozhodující vliv na výši energetických ztrát a také na produktivitu celého zařízení. [8]

1.7 Řízení a regulace vstřikovacích strojů

Řízení a regulaci je nutno považovat za neoddělitelnou součást funkce vstřikovacího stroje. Pod pojmem řízení a regulace se rozumí snímání a sledování strojních a technologických parametrů společně s jejich následnou regulací tehdy, překročí-li naměřené hodnoty přípustnou toleranci. Na strojích se obvykle nastavuje teplota jednotlivých zón vstřikovacího válce a formy, vstřikovací tlak, dotlak, časové úseky pracovního cyklu, otáčky plastikačního šneku, vstřikovací rychlost, vstříknutý objem, uzavírací a dosedací rychlost formy. Stav plastu a podmínky vstřikování jsou určeny technologickými parametry. Z této oblasti nás zajímá zejména teplota a tlak taveniny ve válci, teplota a tlak ve formě, doba vstřiku, doba chlazení aj. Řízením vstřikovacího procesu se rozumí ruční nebo automatické nastavení strojních parametrů bez zpětného hlášení o skutečných hodnotách nastavených veličin.

Regulace vstřikovacího procesu umožňuje využít naměřených hodnot pro korekci případných odchylek od nastavených hodnot. Snahou je omezit v procesu vstřikování lidský faktor na nejmenší míru. U běžných vstřikovacích strojů je zajištěn automatický sled jednotli-

vých operací, tj. plastikace, uzavření formy, vstřík, dotlak, chlazení výstříku, otevření formy, vyhození výstříku. U starších strojů se provádí nastavení strojních parametrů obvykle ručně, např. škrťícím ventilem, koncovými spínači, regulátorem teploty aj. Moderní vstříkovací stroje jsou vybaveny dokonalejšími hydraulickými prvky (proporcionální ventily, servoventily atd.). Snímané hodnoty jsou využívány pro elektronické řízení procesu. To má význam pro dosažení velké reprodukovatelnosti nastavených parametrů. Dosahuje se tak stejnoměrné a vysoké kvality výstříků, minimální zmetkovitosti a vysoké produktivity. [8]

2 PLASTY ZPRACOVÁVANÉ VSTŘIKOVÁNÍM

Plasty jako materiál jsou látky, jejichž struktura je tvořena makromolekulárními řetězci. Jsou rozděleny na dva základní druhy:

- termoplasty, které mají řetězce přímé (lineární polymery) nebo řetězce z bočními větvemi (rozvětvené polymery). Při ohřevu se uvolní soudržnost řetězců a hmota je viskózní. V tomto stavu se může tvářet. Po ochlazení se dostanou opět do původního pevného stavu.
- reaktoplasty, které mají v konečné fázi zpracování řetězce příčně propojeny chemickými vazbami a vytváří prostorovou trojrozměrnou síť. Při ohřevu tato síť zvětšuje svoji pohyblivost, ale řetězce se zcela neuvolní. Při tváření vlivem teploty a tlaku nastává zesíťování (vytvrzování) plastu (někdy i působením katalyzátoru). [9]

Z jednotlivých skupin plastů jsou nejrozšířenější termoplasty. Tyto lineární či rozvětvené polymery, jejichž řetězec tvoří jen jeden druh základní chemické skupiny nazýváme homopolymery. Dále kopolymery, které jsou složeny z více druhů základních chemických skupin.

Z hlediska vnitřní struktury se termoplasty dělí na:

- amorfní, jejichž řetězce jsou nepravidelně prostorově uspořádány.
- semikrystalické, kde je podstatná část řetězců pravidelně a těsně uspořádána a tvoří krystalické útvary. Zbytek má amorfní uspořádání.

Využitelnost výrobků z amorfních plastů je v oblasti pod teplotou skelného přechodu (T_g). Polymer je v tomto stavu pevný. Zvyšováním teploty nad (T_g) postupně slábnou kohezní síly mezi makromolekulami a plast přechází do plastické oblasti až do viskózního stavu, kdy se zpracovává. Se zvyšováním teploty současně narůstá i objem polymeru.

U semikrystalických plastů jsou části molekul vázány pevněji v lamelách a ve sferolitech krystalické fáze. Zvyšováním teploty se nejprve uvolní část makromolekul z amorfní oblasti, potom i ostatní. To je doprovázeno značným objemovým nárůstem. Použití plastu tohoto typu je v oblasti nad (T_g), protože mají výhodnou kombinaci pevnosti a houževnatosti nad touto teplotou.

Tab. 1. Zpracovatelské parametry vybraných amorfních polymerů

<i>polymer</i>	<i>vhodná teplota sušení [°C]</i>	<i>teplota skelného přechodu Tg [°C]</i>	<i>doporuč. vstříkovací teplota [°C]</i>	<i>doporuč. teplota formy [°C]</i>	<i>smrštění [%]</i>
PS		90 – 100	180 – 220	20 – 70	0,3 – 0,7
hPS	70 – 80	90	185 – 240	30 – 70	0,4 – 0,7
ABS	85	105 – 115	210 – 250	15 – 85	0,4 – 0,7
PC	110 – 120	144	270 - 300	80 – 120	0,4 – 0,8
SAN	80	115	210 - 250	15 – 70	0,4 – 0,7
PMMA	70	100	180 – 230	50 – 80	0,4 – 0,7

Tab. 2. Zpracovatelské parametry vybraných semikrystalických polymerů

<i>polymer</i>	<i>vhodná teplota sušení [°C]</i>	<i>teplota skelného přechodu Tg [°C]</i>	<i>doporuč. vstříkovací teplota [°C]</i>	<i>doporuč. teplota formy [°C]</i>	<i>smrštění [%]</i>
PP		- 20	210 – 280	20 – 90	1,5 – 2,5
POM	80	- 113	210	70 – 120	2 – 3
PBT	80	60	250	50 – 95	1,1 – 2
PA 6	80 – 90	45	230 – 260	50 – 80	1,2 – 2

Údaje v tabulce (Tab. 1.) a tabulce (Tab. 2.) uvedeny v literatuře [9].

Základní vlastnosti polymerů se mohou měnit i vlivem nejrůznějších přísad a tím splnit požadavek volby vhodného plastu.

Jako přísady se používají:

- plniva vláknitá, která svým charakterem mění především fyzikální i mechanické vlastnosti plastu. Vláknitá plniva především vyztužují hmotu a zvětšují její pevnost;
- prášková plniva naopak při vyšší koncentraci zmenšují tyto hodnoty, některá však mechanické hodnoty zvětšují, což jsou plniva aktivní (saze v kaučuku);
- změkčovadla se přidávají k některým tvrdým polymerům pro získání měkkosti a ohebnosti;
- barviva slouží k dosažení žádaného barevného odstínu;
- stabilizátory zlepšují některé vlastnosti, např. odolnost proti vyšším teplotám při jejich zpracování, proti UV záření, stárnutí apod;

- nadouvadla uvolňují při zpracování plyny a vytváří tak lehčenou strukturu plastu se svými zvláštními vlastnostmi. [9]

3 PŘÍPRAVA PLASTŮ PŘED VSTŘIKOVÁNÍM

Před zpracování plastů vstřikováním se materiál upravuje v souladu s technologickým postupem, určeným na konkrétní výrobek. Obvykle to bývá sušení granulátu, mísení s přísádkem rozdrčeného odpadu, barvení granulátu, míchání s nadouvadlem apod.

Všechny uvedené úkony upravují termoplast do takového stavu, aby jeho zpracování bylo bez potíží a výsledná aplikace vyhověla požadavkům na výrobek. [9]

3.1 Sušení termoplastů

Většina termoplastických materiálů absorbuje vlhkost ze vzduchu. To i při běžných zpracovatelských teplotách může vyvolat degradaci polymeru a tím i snížení kvality některých parametrů a také zhoršení kvality povrchu. Výstřiky jsou pak bez povrchového lesku, v místě vtoku mají povrchové vady a nesnadno se vyjímají z formy. Proto je nutné materiály předsoušet.

Granulované plasty se dodávají buď vysušené ve vzduchotěsných obalech nebo nevysušené v papírových nebo plastových pytlích. Vysušené se obvykle zpracovávají hned a nevysušené je třeba vysušit. Některé plasty se nemusí předsoušet.

Aby granulát nezvlhl, skladuje se před zpracováním v suchých skladech. V zimním období při převážení ze skladu do dílny se ponechá materiál klimatizovat asi 24 hodin při teplotě dílny. Teprve potom se pytle otevírají a tím se zamezí orosení granulátu.

K sušení se používají komorové pece s přirozeně cirkulujícím vzduchem, kde vrstva granulátu je na paletách. Výška vrstva nemá přesáhnout 4 cm, u PC jen 2,5 cm. Vysokokapacitní sušárny s nucenou cirkulací ohřátého vzduchu jsou vhodné pro nepřetržitý provoz.

U vstřikovacích strojů s nevytápěnou násypkou je nutné vysušený granulát do 30 minut zpracovat. [9]

3.2 Barvení granulovaných plastů

Některé vyráběné díly vyžadují jakostní povrch a také vhodný barevný odstín. Barva silně ovlivňuje dojem, který si jejím vnímáním o daném výrobku vytvoříme. Plasty dodávané výrobcem disponují jen určitou řadou barevných odstínů. Při požadavku na jiný barevný odstín, je třeba jednat s výrobcem, případně si granulát obarvit. Rozsah možných barevných

odstínů je omezen barvou základního nebo barevného granulátu. Pro barvení plastů se používají barvy od nejrůznějších výrobců. Dodávají se v papírových nebo PE pytlích, v plechových sudech apod. Skladují se v suchých skladech.

Vlastní barvení se provádí buď dávkovacím zařízením přímo na vstřikovacím stroji nebo se granulát vybarvuje před vstřikováním. To probíhá tak, že se barvivo ve vytlačovacím stroji smíchá s granulátem, kde se zapracuje do plastu. Potom se běžným způsobem zpracovává. Doporučené dávkování je 1 až 5 hmotnostních dílů s ohledem na druh barviva a plastu. Barviva částečně ovlivňují kvalitativní vlastnosti plastů i technologické parametry při zpracování. [9]

4 ZÁSADY TECHNOLOGICKÉHO PROJEKTOVÁNÍ

Zásady projektování jsou výsledkem teoretických a praktických analýz určitých procesů, které mají na speciální použití nejvyšší možnou všeobecnou platnost. Aplikace zásad projektování přispívá k odbornosti projektování a pomáhá vytvářet předpoklady k tomu, abychom našli optimální řešení, vyhovující často protichůdným požadavkům.

Málokdy se v jiné oblasti vyskytuje takové množství ovlivňujících faktorů z různých oblastí, které jsou mezi sebou natolik spojené a navzájem závislé.

Projektování vyžaduje optimální řešení daných úloh spoluprací kolektivu lidí. Kromě tohoto požadavku, který je třeba povýšit na zásadu, existují ještě další důležité zásady, které je třeba bezpodmínečně respektovat. [2]

4.1 Zásada variantnosti

Projekt se skládá ze samostatných komplexů, a tím i ze samostatných řešení, které by měly být pokud možno nejlepšími řešeními.

Součet všech jednotlivých optim nepředstavuje celkové optimum. To je kompromisem mnohých faktorů, přičemž složitost je v tom, že není možné určit všeobecně platný recept na určení důležitosti a pořadí těchto jednotlivých, na sebe vázaných faktorů.

Konečným cílem projektování, nezávisle na jeho rozsahu, není jen nějaké technické řešení s nějakými hospodářskými účinky, ale optimální celkové řešení s nejlepšími technickými výsledky, které z něho vyplývají, s příznivými pracovními podmínkami a s nejvyšším dosažitelným hospodářským efektem.

Abychom našli optimální řešení jednotlivých částí projektu anebo projektu celého, musíme vykonat důkladné rozbory a udělat hodně předběžných rozhodnutí v různých možných variantách. Tyto varianty se musí písemně zachytit a i zdůvodnit, abychom je mohli opět přezkoušet, změnit nebo doplnit. [2]

4.2 Zásada postupného řešení

Hlavní předpoklad na vyloučení zbytečných prací, např. podrobných výpočtů v nepravý čas, se vytvoří tak, že projekční úlohy se budou vypracovávat postupně od hrubého k podrobnému řešení.

Podstata postupného projektování je v tom, že se určí hlavní fáze na vypracování celé úlohy, jako i na zpracování jednotlivých částí projektového řešení. Tímto je možno, vyhnout se ve značném rozsahu chybným a duplicitním pracím. [2]

4.3 Zásada neměnnosti projektu

V čase mezi dokončením projektového řešení a jeho realizací mohou nastat změny technického a vědeckého charakteru. Tato skutečnost velmi často ovlivní ctižádost pokračovat ve variování, které je důležité a správné při zpracování projektu i po dokončení projektových prací, aby se mohly dostat do projektu všechny zveřejněné novinky. Takovéto počínání v mnohých případech znehodnocuje často s námahou vykonaný výběr variant, protože se dosazují činitelé, jejichž účinek na ostatní činitele se už nedá vůbec uplatnit nebo jen nedostatečně.

Podle této zásady je třeba dodatečné změny dělat jen tehdy, když se jednoznačně zjistily chyby v projektování anebo když se objevily z ekonomického, kapacitního anebo technologického hlediska zásadně nové výchozí skutečnosti. [2]

4.4 Zásada uspořádanosti a unifikace

Rozsáhlá uspořádanost a unifikace jsou dalšími předpoklady na dosažení optimálních řešení. Vytvořením vzájemně souladných materiálových a informačních prvků, respektive kapacitních a stavebních skupin odstupňovaných podle velikosti a kapacity, které by byly opět součástí koordinovaného jednotného systému (materiální jednotný systém a informační jednotný systém technologického projektování), se umožní kombinování do větších systémů. Sjednocené připojovací rozměry podporují vyměnitelnost stavebních prvků a zvyšují spolehlivost jak materiálních, tak i informačních procesů. [2]

5 ZÁKLADNÍ FÁZE PROJEKTU

Technologický projekt se obecně skládá ze čtyř základních fází, které by podle časového harmonogramu měly ne sebe navazovat, avšak má-li se dosáhnout lepších výsledků, musí se částečně překrývat.

5.1 Situování

První fáze projektu určuje místo, na němž má být projekt realizován. Nejde samozřejmě vždy o vyhledání nového staveniště. Častěji jde o zjištění, zda lze novou nebo pouze přepracovanou dispozici realizovat v dosavadních prostorech, které budou pro nový účel uvolněny, nebo zda bude uskutečněna v nově získané budově apod. [4]

5.2 Generální řešení

Tato část technologického projektu řeší základní uspořádání ploch, které se v projektu budou vyskytovat. Základní schémata výrobních toků a přidělených ploch se vzájemně seskupí tak, že se zhruba určí celkové rozměry, vztahy a plošné uspořádání každého většího prostoru. Tuto činnost nazýváme někdy „blokovaním“, vymezením nebo jednoduše hrubou dispozicí. [4]

5.3 Detailní dispozice (prováděcí projekt)

Detailní dispozice je fází projektu, která zahrnuje umístění každého jednotlivého stroje a zařízení. V této fázi vzniká návrh na rozmístění všeho zařízení v daném prostoru. Netýká se pouze strojů a zařízení, ale i pomocných služeb. Detailní dispozice je zpravidla výkres nebo deska, kde je rozmístění strojů a zařízení znázorněno zakreslením strojů nebo umístěním jejich maket. [4]

5.4 Realizace

Poslední fáze projektu zahrnuje plán realizace, schválení a provedení nutných prací. Jakmile je ve třetí fázi vypracována detailní dispozice, vyhotoví se prováděcí výkresy a rozvrhne postup realizace. Prostředky na zařízení se musí znovu ověřit, stroje, zařízení a služby se přesunou podle projektu. [4]

6 PROJEKTY DETAILNÍCH DISPOZICÍ

Projekt detailních dispozicí (technologický projekt) je návrhem na optimální prostorové uspořádání strojů, zařízení a pracovišť v jednotlivých dílnách. Technologický projekt je detailně členěný na:

1. Technická zpráva
2. Výkresy detailních dispozicí dílen a objektů (půdorys + řezy)
3. Výkresy materiálového toku
4. Dispoziční výkresy sociálních zařízení
5. Jiné výkresy potřebné pro realizaci nebo pro další dopracování (návrhy mechanizačních a manipulačních zařízení, plošiny, schody atd.)
6. Seznam strojů, zařízení a důležitých předmětů postupné spotřeby
7. Časový plán realizace

6.1 Technická zpráva

Technická zpráva obsahuje údaje, které se nedají vyčíst z výkresů, nebo které výkresovou část popisují a doplňují. Jsou to:

- a) Výrobní plán, sortimentní skladba, množství (kusy, kg, metry ...)
- b) Údaje o výrobcích: rozměry, hmotnost, funkční popis, celková pracnost, velkoobchodní cena, speciální požadavky
- c) Údaje o technologii výrobního procesu a o její technické úrovni
- d) Kapacitní výpočet zpracovaný pro úroveň jednotlivých výrobních seskupení (provoz, dílna...)
- e) Bilance kapacit – porovnání disponibilních kapacit s potřebami ve skladbě strojů, ruční pracoviště, plochy, pracovníci
- f) Rozbor vztahů a vazeb zpracovaný na mezidíleňské a meziobjektové úrovni
- g) Popis materiálového toku
- h) Nároky na dopravu a manipulaci, jejich základní řešení

- i) Údaje o potřebě a zabezpečení jednotlivých druhů energie a vody
- j) Určení počtu pracovníků (z toho žen), návrh potřebné kvalifikace
- k) Řešení sociálních zařízení
- l) Bezpečnost a hygiena práce, pracovní prostředí (osvětlení, větrání, topení, ...)
- m) Údaje o množství a druhu odpadů, odpadních vod, a způsoby jejich zpracování
- n) Organizace a řízení, údaje a požadavky na úroveň automatizovaného systému řízení výrobního procesu
- o) Ekonomické vyhodnocení, porovnání navrhovaného stavu se současnou úrovní, výpočet návratnosti
- p) Souhrnné ukazatele:
 - směnnost
 - plochy (provozní, výrobní, pomocná)
 - poměr ploch (výrobní : pomocná) v %
 - objem výroby v ks/rok, v Kč/rok, v Nh/rok
 - výrobnost provozní plochy Kč/m² za rok, v Nh/m² za rok
 - počet pracovníků

[1]

6.2 Výkresy detailních dispozic

Výkresy detailních dispozic dílen, provozů nebo objektů představují grafické zobrazení projektovaného stavu. Určují rozmístění výrobních strojů, zařízení a pracovišť, pomocných zařízení, kancelářských a sociálních vestavěných objektů. Je na nich i velikost a poloha pomocné plochy.

Nejvýhodnější měřítko je 1 : 100, je možno v něm podrobně znázorňovat detaily a v tomto měřítku se většina strojírenských výrobních hal vejde na jeden výkres. Pokud projektant potřebuje podrobněji znázornit některé detaily, je možno výkresy detailních dispozic menších dílen zpracovat i v měřítku 1 : 50. Měřítko 1 : 200 je vhodné na vypracování technologických projektů dílen s velkými a rozlehlými strojními zařízeními, kde není potřebné podrobně znázorňovat detaily. [1]

Na výkrese detailních dispozicí jsou hlavně stavební prvky budovy: odvodové stěny, nosné sloupy, příčky, vrata, energokanály, vestavěné objekty, přístavky a jeřábové schodiště, přechodové uličky, komunikace pro dopravu břemen a pro pěší, sklady a skladovací plochy, rozmístění strojů a pracovišť včetně vybavení rozměrnými přípravky, rýsovacími nebo ustavovacími deskami.

V technologickém projektu je třeba označit schematicky místa odběru energií – elektrické zásuvky, vzduchové vývody, vývody kyslíku a acetylénu, vývody technologické vody. Na výkrese je třeba znázornit ostatní důležité zařízení na podlaze, jako jsou jámy, dopravníky, ventilátory, energetické agregáty, je třeba též určit hranice jednotlivých dílen, společné manipulační plochy, odkládací plochy.

U každého stroje se má znázornit kroužkem místo obsluhy a vyznačit i krajní polohy pohyblivých částí strojů – výběhy, čili vyznačit celou plochu pracoviště.

Každému stroji a zařízení je třeba přiřadit dispoziční číslo, pod kterým bude uvedené v seznamu strojů a zařízení. Pro lepší srozumitelnost výkresu detailních dispozic se doporučuje na výkrese uvést typ stroje. [1]

6.3 Výkresy materiálového toku

Materiálový tok se kreslí buď přímo na výkres detailních dispozicí – barevně na kopie, nebo se zpracuje samostatný výkres bez zobrazení rozmístění strojů a pracovišť. Takovýto samostatný výkres stačí obvykle zpracovat v menším měřítku (1 : 200) bez toho, aby se projektant dopouštěl chyby v přesnosti znázornění.

Materiálový tok na úrovni podrobných technologických projektů je třeba zpracovávat již formou Sankeyova diagramu. [1]

6.4 Schématické výkresy sociálních zařízení

Výkresy sociálních zařízení by měli tvořit součást technologického projektu objektu. Není potřebné rozkreslovat detaily stavebního charakteru, ale ze schématických výkresů hygienických a sociálních zařízení musí být jasné rozmístění skříněk v šatnách a rozmístění lavic, v umývárkách počet a rozmístění umyvadel atd. Nejvýhodnější měřítko pro schématické výkresy sociálních zařízení je 1 : 100 [1].

6.5 Jiné výkresy pro realizaci projektu

V některých případech musí technologický projektant upřesnit svoje myšlenky a návrhy, které uvedl v technické zprávě a které nejsou z výkresů detailních dispozic jasné. Realizace projektu si vyžaduje například manipulační nebo mechanizační zařízení, které je atypické a není možné ho koupit. [1]

6.6 Seznam strojů a zařízení

Seznam strojů a zařízení doplňuje technologické výkresy dílen a objektů a jsou v něm údaje, které není možné z výkresu vyčíst. Stroje a zařízení se v seznamu uvádějí podle čísel pozic označených na technologickém výkrese.

Seznam strojů a zařízení má obsahovat:

- číslo pozice stroje
- název stroje
- typ stroje
- výrobní číslo (případně evidenční číslo)
- rok výroby
- cenu stroje
- technické parametry

[1]

7 VÝROBNÍ PLOCHY

Plochy, o které se zajímá projektant technolog především jsou výrobní plochy, tzn. plochy na umístění, obsluhu, údržbu atd. strojů a zařízení. Před objasněním způsobu zjišťování výrobních ploch provedeme členění ploch a jejich funkční vymezení.

Výrobní plocha (A^V) je volná využitelná plocha pro výrobní účely, kterou je možné rozdělit do těchto čtyř dílčích ploch:

- čistá výrobní plocha (A^V_N) – součet použitelných ploch pro hlavní, pomocnou i vedlejší výrobu
- plocha meziskladů (A^V_Z) – součet oddělených skladových ploch pro nedokončenou výrobu
- dopravní plocha (A^V_T) – součet označených, ale stavebně neoddělených ploch pro komunikaci lidí a dopravu materiálu
- pomocné plochy (A^V_H) – součet ploch nutných pro řídicí, kontrolní a obslužné procesy, včetně ploch pro sociální zařízení, oddechové kouty, šatny. Patří sem i plochy potřebné pro instalaci vzduchotechnického zařízení, klimatizační, větrací a vytápěcí zařízení, zařízení pro instalaci elektrického proudu apod. [5]

Výrobní plocha je pak:

$$A^V = A^V_N + A^V_T + A^V_Z + A^V_H \quad (1)$$

7.1 Čistá výrobní plocha

Čistá výrobní plocha (A^V_N) zahrnuje přibližně součet všech ploch pracovních míst A_P :

$$A^V_N = \sum_{i=1}^n A_{pi} \quad (2)$$

Jestliže chceme zabezpečit funkční způsobilost strojů, je třeba mít na zřeteli i plochy, které sahají za půdorysné plochy strojů. Tyto je možné vhodným způsobem zjistit.

Na velikost celkové potřebné plochy působí:

- samotný stroj nebo zařízení
- druh výroby
- organizace výrobního procesu

- hmotnost, velikost a druh výrobku
- způsob odkládání na pracovišti a druh dopravy
- způsob udržování stroje

Pro praktické podnikové projektování se ukazuje dostačující členit funkční plochy potřebné na uvedené účely na půdorysné plochy strojů, plochy na obsluhu, údržbu, odkládání a opravy, na bezpečnostní plochy a na dopravní plochy závislé na stroji. [5]

1) Základní (půdorysná) plocha stroje – je plocha průmětu obrysu ve všech pracovních a koncových polohách, není totožná se základovou (podlažní) plochou stroje. Zahrnuje i otevírání dveří, vysouvání speciálního výrobního zařízení, oblast při posouvání nebo otáčení pohyblivých jednotek. Koncové polohy se dají zjistit jen v horizontální rovině; to je nedostatek dvojrozměrného projektování (třetí rozměr je třeba převzít v každém případě ze stanovení hrubé technologie).

2) Plocha na obsluhu – je plocha na správnou a bezpečnou obsluhu stroje, různou manipulaci s dílci nebo výrobkem při vkládání do stroje, na seřizovací práce a výměny nástrojů, na odkládání nástrojů, aby byly po ruce. V praxi se ve většině případů dostatečně nevykazuje, použité plochy jsou proto ještě pod teoretickými minimálními hodnotami a to potom značí maximální, ale ne optimální využití ploch. Při obsluze stroje se nesmí překrývat obslužné plochy jiných strojů. Za obsluhujícím je třeba ponechat bezpečnou vzdálenost, což se zdůrazňuje symbolickým označením místa pro obsluhujícího.

3) Plocha na údržbu – je plocha potřebná na udržení funkce stroje, na čištění a ošetřování, tzn. i na odstraňování odpadu a mazání.

4) Plocha na odkládání – je plocha bezprostředně u stroje na odkládání rozpracovaného výrobku za účelem jeho dalšího opracování nebo montáže a odevzdání na další pracoviště. V podstatě závisí na počtu druhů výrobků, na velikosti dávky a druhu stohování na přepravních prostředcích a organizaci dopravy. Pracovník má této plochy lehce dosáhnout,

plochy nesmí rušit při obsluze stroje a má umožnit lehké skládání z přepravních prostředků.

5) Plochy na opravy – je plocha na nutné opravy vykonávané zpravidla v delších časových intervalech. Používá se jen dočasně na vymontování hřídelů, na vytahování motorů, válců a na postavení zdvihadel pro tyto výkony. Při postavení stroje je třeba dbát na přístup v případě oprav nebo při odvozu stroje podlahovými dopravními prostředky.

6) Ohrožená plocha – je plocha, která se může stát i vzhledem k zaclonění momentem ohrožení (odletování třísek, řemenový pohon, horko, radioaktivní záření, prach vznikající při broušení atd.).

7) Podíl plochy na dopravu – je plocha mezi stroji, a proto závisí na nich (nejedná se o plochu hlavních dopravních cest), která je potřebná např. na válečkové dráhy, zásobníky na dopravu mezi stroji a také pro přístup pracovníka ke stroji (většinou jen při postavení strojů ve více řadách).

8) Plocha na vykonání pracovní operace – závisí na zpracovávaném materiálu, která je potřebná ve zvláštních případech při velkých materiálech, např. při vysekávání plošných materiálů.

7.2 Dopravní plocha

Jedná se o vymezenou a vyznačenou plochu, která je určena výlučně k pohybu podlažních dopravních prostředků, přepravujících materiál nebo nadpodlažních dopravních prostředků pohybujících se po podvěsných drahách a pro pohyb osob. Dopravní plocha může být v počátečním stádiu projektu udávána jen procentuálně. Pro jakýkoliv přesný výpočet ještě chybí údaje o velikosti budovy, její tvar a především znalost organizace dopravy, která se stanovuje až na základě způsobu prostorového uspořádání výrobního zařízení, které je předmětem řešení v další fázi projektování. Určení dopravních ploch demonstruje cyklický charakter projektování; bez dopravních ploch není možno s konečnou platností určit potřebu výrobní plochy, budovu a provést rozmístění strojů. Avšak bez rozmístění strojů není

možné stanovit počet dopravních cest a tím také potřebu dopravní plochy. Proto se používá určitý druh reflexivního výpočtu. [5]

V počáteční fázi zpracování projektu se pro určitý provoz použije známá srovnávací hodnota (hodnoty získaná analýzou). Potřebná dopravní plocha se vypočte pomocí koeficientu f_T^V z čisté výrobní plochy. Během projektování musí pak být později stanovena přesná hodnota a celkové nároky na plochu zpětně korigovány.

Dopravní plochu můžeme stanovit dle [5]:

$$A_T^V = A_N^V \cdot f_T^V$$

(3)

kde A_N^V je čistá výrobní plocha, f_T^V je koeficient podílu dopravní plochy (např. ve strojírenství 0,25 až 0,3) [5].

Pro jednosměrnou nebo obousměrnou dopravu (s místy k vyhýbání) se šířka jízdního pruhu určuje s ohledem na šířku vozidla (a), velikost břemen, rychlost a frekvenci dopravy. Šířka komunikace se určí dle vzorce:

- s jedním jízdním pruhem $d_1 = a + 1200$ (4)

- se dvěma jízdními pruhy $d_2 = 2a + 1600$ (5)

Nejmenší světlá výška dopravní komunikace je 2400 mm. [5]

7.3 Plocha meziskladů

Mezi jednotlivými opracovacími stupni jsou ve výrobní dílně vloženy mezisklady. Pro zachování plynulosti kontinuálního výrobního toku je zde uložena určitá zásoba materiálu, dílců nebo montážních skupin.

Pro hrubé stanovení platí:

$$A_Z^V = A_N^V \cdot f_Z^V$$
 (6)

kde f_Z^V je koeficient pro podíl ploch meziskladů (strojírenství 0,2 až 0,3) [5].

Prostorově nejmenší mezisklady představují odkládací plochy přímo u jednotlivých strojů, jejichž nároky na plochy jsou však již určeny při výpočtu čisté výrobní plochy.

7.4 Pomocná plocha

Pod tímto pojmem se rozumí součet ploch v dílně potřebných k zajištění výroby (kontrola jakosti, řízení oddělení, přesné měření, výdej nástrojů) a dále plochy na decentralizovaná zařízení pro zásobování a odvoz, odpočívárny aj. Nejsou-li k dispozici žádné konkrétní údaje, pracuje se s koeficientem f_{H}^V .

$$A_{H}^V = A_{N}^V \cdot f_{H}^V \quad (7)$$

kde, f_{H}^V je koeficient podílu pomocných ploch (strojírenství 0,1 až 0,2) [5].

Přesný výpočet se provádí pomocí ukazatelů vyjadřujících potřebu plochy na osobu nebo na základě údajů speciálních projektantů.

7.5 Určení ploch

Pracovní plochy (nebo čisté výrobní plochy A_{N}^V) se vypočítají v požadované přesnosti a v závislosti na výchozích informacích, pomocí ukazatelů, plošných koeficientů, náhradních ploch, přídatných koeficientů nebo funkcí, obvykle v závislosti na základní ploše stroje.

Předpokladem pro stanovení potřeby plochy je přesná znalost základních ploch předpokládaných strojů a zařízení nebo pracovních míst a předběžné rozhodnutí o organizaci dopravy a o volbě dopravních prostředků.

7.5.1 Určování ploch pomocí plošných ukazatelů

Plošné ukazatele jsou předem stanovené hodnoty ploch na základě již známých nároků na plochy a jejich rozdělení v existující výrobní jednotce. Plošné ukazatele jsou obsaženy v základních soustavách technicko hospodářských ukazatelů a vypočteny na srovnávací variantu výrobní jednotky. Závaznost hodnot je však pouze informativní, proto se plošné ukazatele používají pro kontrolní výpočty a pro srovnání variant projektového řešení.

7.5.2 Určování ploch pomocí plošných koeficientů

Určení ploch pomocí plošných koeficientů dává výsledky o dostatečné přesnosti. Přitom je však nutno brát v úvahu, že:

- součet všech jednotlivě stanovených pracovních ploch není identický s celkovou potřebnou plochou pro postavení výrobního zařízení, neboť v určitém rozsahu je možné překrytí funkčních pracovních ploch.
- při stanovení pracovní plochy stroje se udává často za základní plochu stroje plocha obdélníku vypočtená z maximálních rozměrů délky a šířky stroje. Tím se vnáší do výpočtu hodně nejistoty a částečně i nevyužité plochy.

Plošné koeficienty nejsou vhodné pro přesný výpočet potřebných ploch a v důsledku svého průměrného charakteru dávají proto částečně přesné hodnoty pouze při stanovení plochy více strojů, většinou jen ve fázi studie. V krajních případech musí se proto provést speciální stanovení ploch na podkladě funkčních ploch. Překračují-li stanovené plochy stroje nebo základní plochy stroje vypočtené podle katalogů (součin délka x šířka) podstatně hodnotu 16 m^2 , pak je nutno v každém případě provést přesný výpočet. [5]

Násobením základních ploch strojů odpovídajícími plošnými koeficienty viz tabulka (Tab. 3.) a součtem jednotlivých pracovních ploch se vypočet celková, pro funkci výrobního zařízení nutná potřebná plocha, včetně odkládacích ploch mezi stroji [5]

$$A^V_N = \sum_{i=1}^n A^S_{G_i} \cdot f_A \quad (8)$$

Tab. 3. Plošný koeficient f_A

<i>základní plocha objektu A^S_G [m²]</i>	<i>koeficient f_A</i>
0,5 ... 1,0	6
1,0 ... 2,0	5
2,0 ... 3,0	4,5
3,0 ... 4,0	4
4,0 ... 12,0	3
12,0 ... 16,0	2,5
16,0	2

7.5.3 Určování ploch výpočtem náhradní plochy

Výchozí bod je opět základní plocha ve formě obdélníku nebo čtverce podle katalogu. Na straně obsluhy se připočítává pás o šířce 1000 mm, 700 + 300 mm rezerva a na ostatních stranách pás o šířce 600 mm. Takto vypočítaná plocha představuje zhruba pracovní plochu stroje. [5]

7.5.4 Určování ploch pomocí přídatných koeficientů

Plochu pracoviště je možno spočítat dle [5] takto:

$$A^V_P = A^S_G \cdot (1 + f^S_U + f^S_B + f^S_Z + f^S_T + f^S_L) \cdot g_V$$

(9)

kde A^S_G ... základní plocha objektu f^S_T ... koeficient dopravy
 f^S_U koeficient plochy pro údržbu f^S_L koeficient skladovací plochy
 f^S_B koeficient obsluhy stroje g_V koeficient vnitřního překrytí
 f^S_Z koeficient pro přípravky, nástroje

Tabulka (Tab. 4.) obsahuje přehled přídatných koeficientů platných pro strojírnoství. V případě nižšího stupně organizace výroby a nízké mechanizace nebo automatizace je lépe použít horních okrajových hodnot pro údržbu a obsluhu.

Tab. 4. Přehled přídatných koeficientů

A^S_G	f^S_U	f^S_B	f^S_T	f^S_Z		
				KV a MV	SV	VS a HV
1 ... 4	0,54 ... 0,4	3,4 ... 2,4	1,8 ... 2,4	1 ... 0,3	0,75 ... 0,25	0,5 ... 0,2
4 ... 6	0,4 ... 0,31	3,6 ... 1,6	1,2 ... 1,6	0,5 ... 0,25	0,4 ... 0,2	0,3 ... 0,2
6 ... 8	0,4 ... 0,3	1,6 ... 1,3	0,9 ... 1,1	0,33 ... 0,3	0,3 ... 0,25	0,2 ... 0,15

Výše přídatných faktorů pro výrobně nutný uložený materiál je ovlivněna velikostí dílců, velikostí přípravných prostředků a velikostí série. Udává se koeficient skladovací plochy dle [5] takto:

$f^S_L = 0,3 \dots 1,1$ – pro převážně předmětné uspořádání výroby

$f^S_L = 1,1 \dots 2,5$ – pro technologické uspořádání výroby

$f_L^s = 0,6 \dots 0,8$ – pro různé organizační formy a uložení na paletách

8 KAPACITNÍ PROPOČTY

Kapacitní propočty určují stanovení strojního parku, stanovení ploch, kapacit pracovníků i investiční náročnosti celé akce.

Obecně lze uvést, že kapacitní propočty se zabývají vztahem výrobního programu a výrobního profilu a mohou být použity pro:

- Stanovení výrobního profilu, tzn. ke kvantifikaci potřeb hmotných prvků projektovaného výrobního organismu (pracovníků, výrobních prostředků, ploch atd.), jakož i ke stanovení požadavků na kvalitu nehmotných prvků výrobního systému (technologie a organizace včetně řízení)
- Optimalizace výrobního programu v případě, že výrobní profil již existuje a má dojít k jeho modernizaci nebo změně
- Určení rozsahu nákladů zamýšlené investiční akce, nebo naopak pro posouzení, zda zamýšlená investice je technologicky možná

Při kapacitním propočtu jde tedy především o stanovení následujících parametrů:

- počtu pracovníků (dělníci strojní, ruční, pomocní, technici, administrativa)
- počtu a druhu strojů (výrobní, vedlejší, pomocné)
- počtu a druhu technologických a pracovních míst
- velikosti plochy (výrobní, pomocné, nevýrobní tj. sociální a kancelářské)
- potřeby energií (druhy, rozsah potřeby a charakteristika odběru)
- objem surovin a materiálů (včetně odpadu)

8.1 Přibližný kapacitní propočet pomocí přímých ukazatelů

Jako podklad pro vypracování přípravné projektové dokumentace bývají obvykle zadány následující podklady [3]:

1. Roční hodnota výroby (V), udávaná obvykle v mil. Kč, tunách nebo kusech – v případě zadání v mil. Kč/rok je tento ukazatel označován symbolem HHV jako hodnota hrubé výroby. V případě zadání v tunách/rok je označován jako Q_{HHV} a v případě zadání počtu vyrobených kusů/rok je používán symbol 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 1 m² 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. [3]

a) Základní výrobní plocha se vypočítá ze vztahu dle [3]:

$$F_v = V / (p_1 \cdot S) \quad (10)$$

b) Teoretický počet strojů základní výroby (jednicových) se stanoví dle [3]:

$$P_t = V / (p_3 \cdot S_s) \quad (11)$$

kde S_s je tzv. strojní směnnost, volí se 2,0 [3]

c) Počet výrobních dělníků základní výroby (jednicových) se stanoví dle [3]:

$$D_j = V / p_5 \quad (12)$$

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 je potom počet dělníků pomocných podle [3]:

$$D_p = 0,4 \cdot D_j \quad (13)$$

e) Evidenční stav dělníků je počet výrobních a pomocných dělníků, zvýšený o plánovanou absenci. Činí-li plánovaná absence 10% je potom evidenční stav dělníků je dle [3]:

$$D_{ev} = (D_j + D_p) \cdot 1,1 \quad (14)$$

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 $\eta = 0,65$ a toto je vyjádřeno vztahem podle [3]:

$$D_c = D_j / \eta = D_j / 0,65 \quad (15)$$

g) Počet inženýrskotechnických a administrativních pracovníků se obvykle stanoví podle tabulek nebo směrnic o provádění systematizace obsazování funkcí v podniku nebo v provozu.

Složení může být např. následující podle [3]:

konstruktéři	15%
techničtí pracovníci	50%
administrativní pracovníci	35%

h) Pro určení správních ploch, příslušejících na pracoviště těchto profesí se podle zkušeností

uvažuje dle [3]:

4,5 až 5 m² pro pracoviště 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 eventuelně další uvažované plochy, což činí dále 35 až 45% čistých ploch pracovišť. [3]

i) Pro určení sociálních ploch se používá rovněž tabulek a směrnic – orientační údaje jsou podle [3]:

plocha šaten pro 1 zaměstnance činí 0,8 až 0,85 m²

plocha umýváren pro 1 zaměstnance činí 0,3 až 0,5 m²

plocha WC (2 m² uvažováno pro 15 zaměstnanců) 0,1 až 0,2 m²

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

8.2 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 dle [3]:

1. Roční hodnota vyplacených mezd (M) strojních a ručních pracovníků v tis. 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 m²
5. Rozklad strojních hodin na jednotlivé strojní profese se určí podle podobné výroby z THN výkonových.
6. Množství strojů, obsluhovaných jedním dělníkem.

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

a) Strojní mzdy (M_s) a ruční mzdy (M_r) stanovíme u jednicových dělníků ze vztahů dle [3]:

$$M_s = (V \cdot x_s) / 100 \quad (16)$$

$$M_r = (V \cdot x_r) / 100 \quad (17)$$

b) Určíme potřebný počet výrobních hodin pro splnění ročního výrobního plánu podle [3]:

$$H_{efs} = M_s / m_s \quad (18)$$

$$H_{efr} = M_r / m_r \quad (19)$$

H_{efs} ... skutečně odpracované strojní hodiny

H_{efr} ... skutečně odpracované ruční hodiny

c) Stanovíme potřebný počet strojních (P_s) a ručních (P_r) pracovišť dle [3]:

$$P_s = H_{efs} / (E_s \cdot S_s) \quad (20)$$

$$P_r = H_{efr} / (E_r \cdot S_r) \quad (21)$$

E_s, E_r ... efektivní roční kapacita strojního a ručního pracoviště

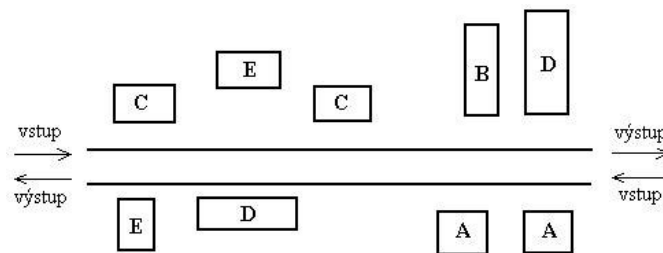
S_s, S_r ... směnnost strojní a ruční

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

9 ZÁKLADNÍ USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠŤ A STROJŮ

9.1 Volné uspořádání

Jedná se o uspořádání, při němž jsou stroje a pracoviště seskupeny v dílně náhodně. Toto uspořádání volíme tam, kde není možné před situováním určit zcela jednoznačně materiálový tok a návaznost výroby nebo organizační či řídicí vztahy. Bývá často volen v prototypových a údržbářských dílnách, kde převažuje kusová výroba. [3]

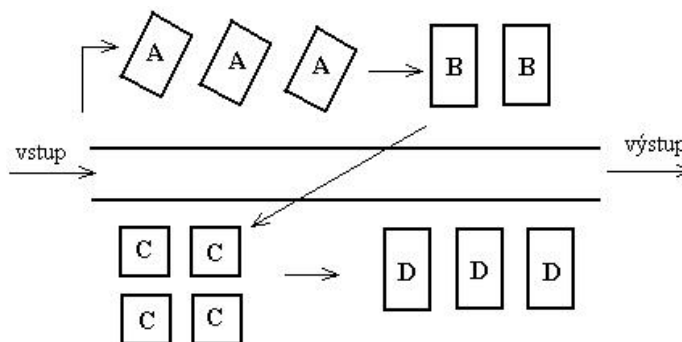


Obr. 5. Volné uspořádání pracovišť

9.2 Technologické uspořádání

V technologických postupech jsou pro toto uspořádání operace slučovány podle technologické příbuznosti a dle těchto zásad jsou následně sdružovány i technologicky příbuzné stroje a zařízení. Pak např. všechny operace, spojené se svařováním jsou prováděny ve svařovně, operace, spojené s kovááním v kovárně atd.

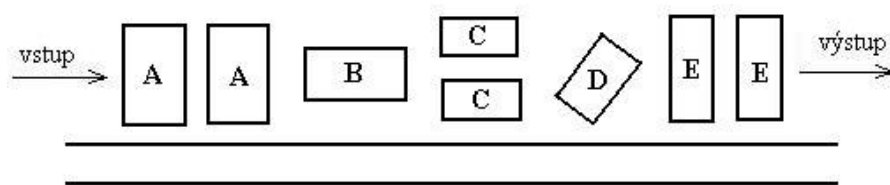
Je logické, že ve vztahu k rozdílnosti sortimentu zde není možné zcela sjednotit směr materiálového toku a každý výrobek bude postupovat odlišně. Nejčastěji je tento typ uspořádání využíván v prototypových a údržbářských dílnách, učňovských dílnách – tedy v provozech s kusovou a malosériovou výrobou. [3]



Obr. 6. Technologické uspořádání pracovišť

9.3 Předmětné uspořádání

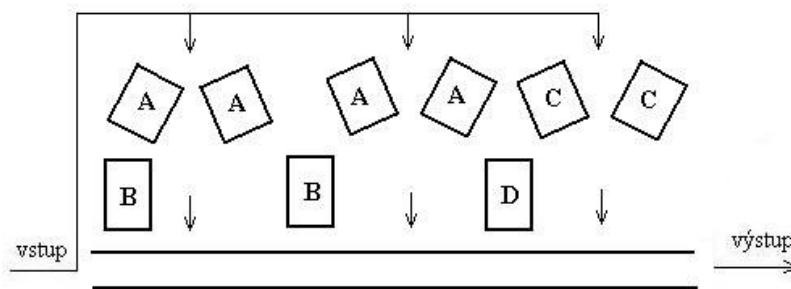
Uvedený typ uspořádání je výhodný při vyšší sériovosti výroby nebo při opakované výrobě malých sérií. Charakteristickým znakem tohoto uspořádání je to, že pracoviště nebo stroje jsou seřazeny podle operací, daných technologickým postupem výrobku (předmětu), který se zde vyrábí. Pohyb součástí zde sleduje stejný směr a vzniká tak výrobní proud – linka. Ideální předmětné uspořádání je možno sestavit pro jednu určitou součástku nebo pro jednu skupinu tvarově a technologicky podobných součástek. Nejvyšším stupněm předmětného uspořádání je pak automatická synchronizovaná linka (taktovaná linka), složená ze speciálních jednoúčelových strojů se společným dopravníkem, ovládaná řídicím panelem nebo řídicí technikou. [3]



Obr. 7. Předmětné uspořádání pracovišť

9.4 Modulární uspořádání

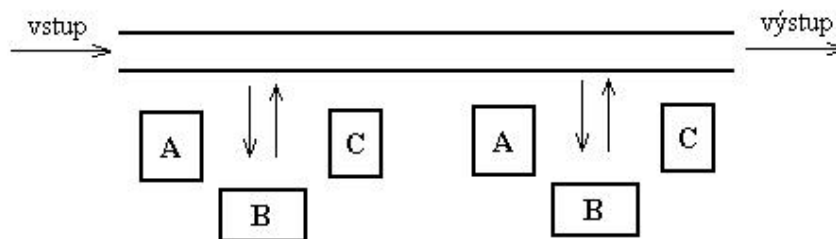
Uvedený typ uspořádání pracovišť je prakticky nejnovějším typem uspořádání, které se rozšířilo se vznikem a projekčním včleňováním nové NC techniky. Toto uspořádání je charakteristické seskupováním stejných technologických bloků, z nichž každý plní více technologických funkcí. Celý provoz se tak skládá ze stejných nebo podobných skupin pracovišť – modulů. Charakteristickým příkladem modulárního uspořádání je skupinové nasazení NC strojů v klasicky řízené dílně nebo soustředění více obráběcích nebo tvářecích center. S ohledem na vyšší produktivitu práce je nutno takové typy pracovišť využívat ve dvou i třísměnném provozu a z toho důvodu je mnohdy nutno v technologické projekci často přeorganizovat i ostatní navazující pracoviště. Modulární uspořádání je využíváno především v kusové a malosériové výrobě a v modulech jsou používány zvláště progresivní stroje a nářadí, rovněž kvalifikovanost obsluhujících pracovníků je zde vyšší. V modulárním uspořádání jsou často v každém modulu využívány pro mezioperační manipulaci manipulátory nebo roboty – v těchto případech bývají takové pracoviště nazývána RTK (roboto – technologické komplexy). Tento název je však obecnější a neoznačuje pouze uspořádání ve tvaru modulu. [3]



Obr. 8. Modulární uspořádání pracovišť

9.5 Buňkové uspořádání

Buňku obvykle tvoří vysoce produktivní stroj s mechanizovaným nebo automatizovaným okolím (robotem, zásobníky, zařízeními na obracení a polohování polotovarů, speciální palety atd.). Příkladem buňkového uspořádání pracovišť může být plně automatizované nebo robotizované pracoviště – právě RTK nebo pracoviště plně mechanizované. Souhrnným názvem je takové pracoviště označováno jako AVS – automatizovaný výrobní systém. V takovém systému je obvykle více než jedno výrobní zařízení, je zde dokonale vyřešena operační i mezioperační manipulace i vlastní řídicí systém, který je často ovládán řídicím systémem nadřízeným. Je zřejmé, že takový technologický projekt musí být řešen komplexně systémovým přístupem – tedy se zřetelem na celek i navazující periferie. [3]



Obr. 9. Buňkové uspořádání pracovišť

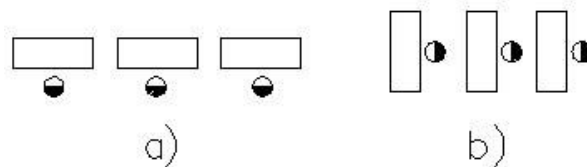
10 PROSTOROVÉ ROZMÍSTĚNÍ STROJŮ A ZAŘÍZENÍ

K cílu, který sleduje technologické rozmístění, to znamená dosáhnout především optimální pořadí strojů, a kterého důsledkem je nejlepší možné obrábění součástky, přistupuje při problémech prostorového rozmístování ještě velké množství především stavebnětechnických činitelů.

Pozornost je třeba věnovat optimálnímu využití ploch a prostoru, nejlepším dopravním podmínkám a příznivým pracovním podmínkám. [2]

10.1 Rozmístění do přímky

K prostorovému rozmístění více strojů do přímky (do řady) může být mnoho důvodů. Nezáleží na tom, jestli po delším přímočarém uspořádání materiálového toku následuje otočení, a potom protisměrný tok. Protisměrný tok může být účelný například při dvoustranném využití pevně zabudovaného plynulého dopravního systému a dokonce je potřebný i tam, kde je vstup a výstup materiálu z dílny umístěný na jedné straně. V podstatě přímočaré uspořádání v řadě nebo v přímce (za sebou nebo vedle sebe) může být dokonce žádoucí vzhledem na přívod určitých instalací (přímkové instalace), na rozmístění strojů podél dopravní cesty na podlahové dopravní prostředky případně visuté dráhy. [2]



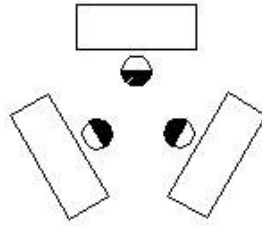
Obr. 10. Rozmístění strojů do přímky a) za sebou, b) vedle sebe

10.2 Rozmístění do trojúhelníka

Prostorové rozmístění strojů a zařízení je určeno mnohými ovlivňujícími činiteli. Původní zamýšlené rozmístění z hlediska přímého toku materiálu je třeba často přizpůsobit i jiným podmínkám. Změněné postavení strojů v rastru se potom zdá být neuspořádané. Přitom ale uspořádání strojů musí vyhovět mnohým rozdílným podmínkám. Jsou to nejkratší dopravní cesty mezi stroji, co nejmíň odkládacích ploch, výhodné nakládání a vykládání, optimální poloha vzhledem k osvětlení, instalačnímu systému a s ohledem na rozložení zatížení (nosnost podlah).

Abychom dosáhli co nejkratší dopravní cesty, málo odkládacích ploch a výhodnou obsluhu strojů, používá se často trojúhelníková metoda.

Při trojúhelníkovém rozmístění se vychází z toho, že nejvýhodnější dopravní podmínky mezi dvěma stroji jsou tehdy, když se přiřadí co nejbližší k sobě a výrobky mezi stroji se vůbec neodkládají nebo se odkládají jen jednou. [2]

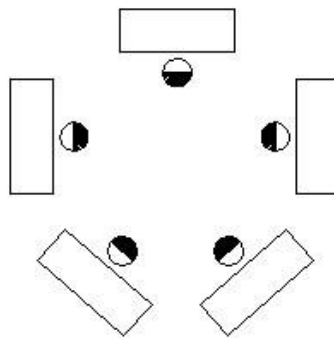


Obr. 11. Rozmístění strojů do trojúhelníku

10.3 Rozmístění do kruhu

Kruhové (mnohoúhelníkové) uspořádání vychází z trojúhelníkové formy. Nejkratší cesty mezi čtyřmi stroji vyžadují čtyřúhelník, mezi pěti pětiúhelník atd.

Kruhové uspořádání je primárně dané použitím vhodného dopravního prostředku, když při některých technologických procesech, které po relativně dlouhý čas nepodléhají žádným změnám, se zavádějí jednoúčelové zařízení kruhového tvaru (rotorové stoly) nebo se používají kruhové dopravníkové systémy. [2]

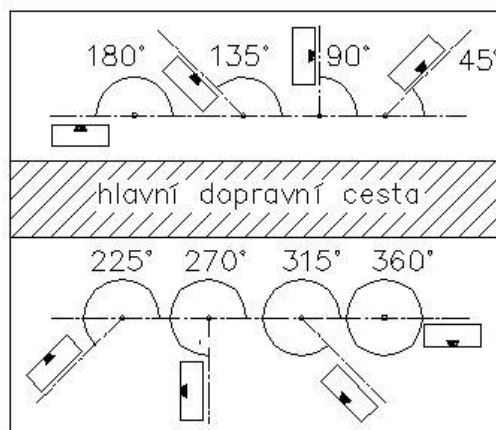


Obr. 12. Rozmístění strojů do kruhu

10.4 Úhel uspořádání strojů

U prostorového uspořádání strojů v nově se tvořící nebo racionalizující se dílně hraje důležitou roli úhel uspořádání strojů mezi osami stroje a stavby.

Rameno úhlu je tvořeno osou stroje v jeho podélném směru, přičemž vztahnou stranou je místo hlavní obsluhy a osou stavebního objektu v podélném směru; je často totožná se směrem hlavní dopravní cesty. [5]



Obr. 13. Úhel uspořádání strojů

10.5 Vzdálenosti strojů

Při projektování nového procesu jakož i při testování již existujícího výrobního procesu hrají důležitou roli vzdálenosti mezi stroji a také vzdálenosti k pevným částem budovy. Jestliže na jedné straně příliš velké vzdálenosti vedou k mrhání místem, tak na druhé straně příliš malé vzdálenosti vedou k ovlivnění funkčnosti a také k ohrožení lidí.

Pro vzdálenosti jsou určující různá kritéria:

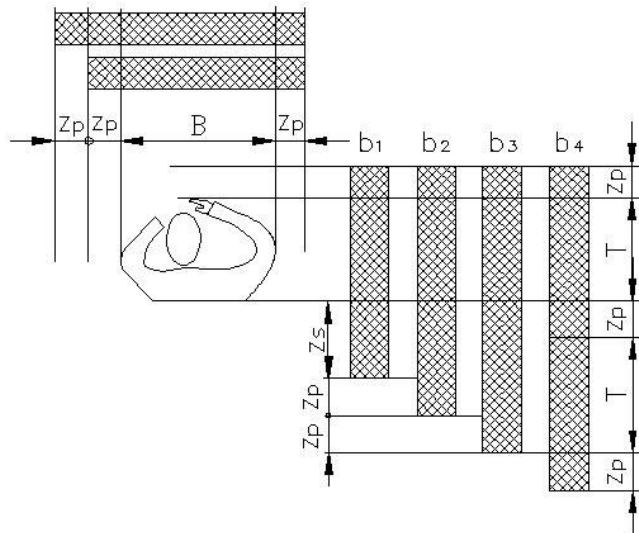
- druh a funkce stroje
- základní rozměry lidí, kteří pracují při obsluze nebo údržbě
- rozměry materiálů, kterými je ve funkčním prostoru objektu funkčně manipulováno
- organizace dopravy
- postavení strojů navzájem (spojování strojů) k pevným částem budovy

Průměrná nejmenší potřeba místa pro člověka je podle [5]:

rozměr do hloubky $T = 375$ mm (na pohyb se přidává 10%)

rozměr do šířky $B = 625$ mm

Je možno však počítat s těmito nejmenšími hodnotami $T = 400$ mm, $B = 600$ mm. [5]



Obr. 14. Základní rozměry

Na základě toho můžeme podle obrázku (Obr. 14.) modelovat nejmenší vzdálenosti od objektů a mezi objekty. Každý objekt je třeba postavit tak, aby byl kvůli údržbě zásadně přístupný ze všech stran. Z ochranných důvodů je třeba za zásadně nejmenší vzdálenost dosadit:

zásadní nejmenší rozměr = u (vzdálenost pro údržbu)

$u = Z_p + B + Z_p$ (vzdálenost do šířky)

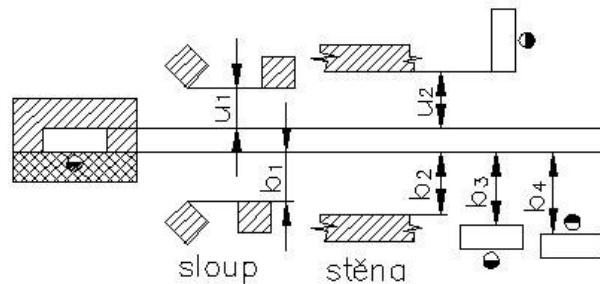
$u = Z_p + T + Z_s$ (vzdálenost do hloubky)

kde Z_p je přídavek na pohyb 100 mm, Z_s přídavek na bezpečnost 300 mm, T rozměr do hloubky 400 mm, B rozměr do šířky 600 mm

Tímto je vzdálenost do hloubky a také do šířky určena jako zásadní nejmenší

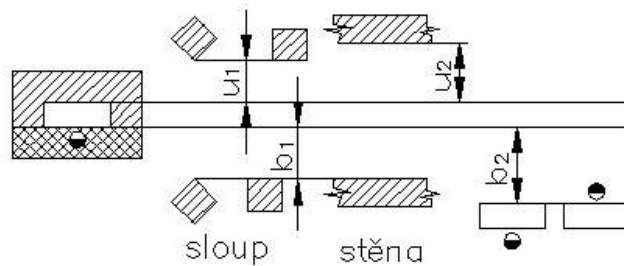
vzdálenost = 800 mm. [5]

Stroje, které vzhledem k sousedním nevykonávají žádný posuvný nebo rotační pohyb, nebo vykonávají jen zanedbatelný pohyb (např. různé opracovací stroje) a na nichž se stále pracuje.



Obr. 15. Vzdálenosti strojů na nichž se stále pracuje

Stroje, které vzhledem k sousedním nevykonávají žádný posuvný pohyb, nebo vykonávají jen zanedbatelný pohyb (na nichž se stále nepracuje)



Obr. 16. Vzdálenosti strojů na nichž se stále nepracuje

Nejmenší vzdálenosti nutné k obsluze stroje lze vyčíst z tabulky (Tab. 5.) , přičemž rozdílné vzdálenosti se odvozují z postavení stroje k pevným bodovým nebo liniovým částem stavby, k zadním stranám strojů, k obslužným stranám strojů, k dopravním cestám. [5]

Tab. 5. Hodnoty nejmenších vzdáleností

základní plocha objektu [m ²]	k obsluhování [mm] (stálá ochranná vzdálenost)				k údržbě [mm]	
	b_1	b_2	b_3	b_4	u_1	u_2
≤ 4	800	900	1000	1100	800	900
> 4 až 8	800	1000	1100	1200	800	900
> 8	1000	1100	1200	1400	800	1000

11 SKLADOVÉ PROSTORY

U skladů surovin a výchozích hmot se vychází z celoroční spotřeby a z předepsaného časového normativu zásob. Tento normativ se obvykle vyjadřuje ve dnech a určuje kolik dnů musí být na skladě zásoba. Pomocí tohoto normativu se určí výpočtem množství, jež musí být současně skladované a podle denní spotřeby se stanoví pohyb zásob ve skladě.

Sklady hotových výrobků musí být dimenzován nejen z hlediska denní výroby, ale hlavně z hlediska jak bude prováděn odběr hotových výrobků a po jakou dobu bude nucen výrobce skladování hotových výrobků zajišťovat. V současné době jsou ústřední sklady surovin a hotových výrobků odděleny od výroby, a proto se tato záležitost pro projektanta zjednodušuje, přičemž musí v projektové dokumentaci doložit, že potřebné skladovací prostory na suroviny i na hotovou produkci jsou v dostatečné míře k dispozici u dodavatelů a u spotřebitelů. [5]

Každý druh suroviny a výchozího materiálu zaujímá určitý prostor a ten bývá již z praxe znám jako plošný ukazatel pro skladování. Je samozřejmé, že tento ukazatel je závislý na tom, jakým způsobem se materiál ukládá a jak musí být přístupný pro vychystávání.

11.1 Výpočet plochy skladu

Jako podklad pro výpočet skladu je účelné provést členění skladu. Jednotlivé plochy definujeme takto:

- 1) Plocha skladu, hlavní plocha (A^e) – je půdorysná plocha, která slouží na překládání a uskladňování a na které závisí kapacita skladu (součet hlavní funkční plochy a plochy pro vedlejší funkce)
- 2) Hlavní funkční plocha (A^e_{hl}) – je část hlavní plochy skladu, která slouží hlavní funkci (součet vlastní skladovací plochy a A^e_N a plochy na pohyb materiálu A^e_T)
- 3) Plochy pro vedlejší funkce (A^e_V ; A^e_H , A^e_Z) – pomocné plochy A^e_H a plochy meziskladů A^e_Z , které jsou součástí hlavní plochy skladu a slouží jeho vedlejším funkcím. Jsou to plochy na vstup a výstup materiálu, přípravu, kontrolu jakosti, zpracování určitých polotovarů nebo materiálu, na skladování prázdných obalů
- 4) Čistá skladovací plocha (A^e_N) – je půdorysná plocha skladovacích míst. Je to část hlavní funkční plochy, sloužící k vlastnímu uskladnění výrobků nebo materiálu, včetně všech

ploch na skladovací pomůcky, manipulační plochy mezi stohovacími jednotkami a regály, jakož i plochy konstrukce regálů.

5) Skladovací plocha (A^e_G) – půdorysná plocha skladovacích prostředků je ta část vlastní skladovací plochy, kterou zabírají skladované výrobky (např. půdorysné plochy naložených palet)

Manipulační plocha (vyjádřená plošným koeficientem f^e_A) je ta část čisté skladovací plochy, která je potřebná pro ukládání a vyskladňování skladovaného zboží mezi plochami na uskladnění, včetně plochy konstrukce regálů.

6) Dopravní plocha ve skladě (A^e_T) – je část hlavní funkční plochy, která slouží pro pohyb materiálu (např. chodby na skladování, příčné chodby mezi regály apod.)

Hlavní plocha skladu je pak:

$$A^e = A^e_N + A^e_T + A^e_H + A^e_Z \quad (22)$$

11.2 Způsoby skladování

Skladovat je možno buď volně (tj. samostatně po jednotlivých kusech) nebo pomocí manipulačních jednotek, které se tvoří sdružováním vhodného počtu kusů na palety, do svazků atd.

Rozeznáváme čtyři základní způsoby skladování (podle způsobu uložení):

- Volně na zemi – znamená, že materiál je buď volně nasypán na hromadu (uhlí, písek atd.), nebo každý kus materiálu je volně uložen na podložkách na zemi nebo na podlaze (velké stroje, výkovky, odlitky atd.)
- Volně v zařízení – znamená, že materiál je uložen volně v regálech nebo zásobnících atd.
- Skladování manipulačních jednotek bez zařízení – manipulační jednotky jsou stohovány do řad, dvouřad nebo bloků. Šikmé stohování je výhodnější, protože vozík nemění směr v úhlu 90° a tak mu stačí užší sběrná ulička, navíc manipulace je snazší a rychlejší. Blokové skladování je nejefektivnější, protože šetří plochu sběrných uliček mezi jednotlivými stohy, ale je použitelné pouze v případě stejného sortimentu skladovaného materiálu.
- Skladování manipulačních jednotek v zařízení – manipulační jednotky jsou uloženy buď nepohyblivě (regály) nebo pohyblivě (spádové regály, dopravníky). [6]

12 PROJEKTOVÁNÍ MONTÁŽÍ

Montáž je jednou z posledních fází výrobního procesu. V ní se obvykle projeví všechny organizační, technické i výrobní nedostatky předchozích etap.

Základními podklady technologického projektanta jsou opět výkresy dílců, podskupin, skupin a finálního výrobku, plán výroby a technologické postupy montáže včetně časových norem.

Podrobné kapacitní výpočty jsou stejné jako u mechanických provozů nebo jiných výrob.

Pracoviště montáže je nutno uspořádat a vybavit tak, aby pracovník mohl podávat co největší výkon při minimální fyzické i psychické námaze. Proto hlavně při projektování montážních pracovišť vyšších typů výrob řešíme kromě technologických, manipulačních a organizačních problémů též podmínky a požadavky z oblasti psychologie, fyziologie, antropometrie, estetiky apod. [3]

Při projektování montážních pracovišť je doporučováno využít katalog typových montážních pracovišť, jež předepisuje optimální prostorové uspořádání montážního pracoviště především z hlediska následujících parametrů:

- umístění montáže (na podlaze dílny, na pracovním stole, na dopravníku)
- přístupnost k montovanému celku (jednostranné, dvoustranné, čtyřstranné)
- manipulační zařízení (žádné, jeřáb, robot, manipulátor apod.)
- pracovní poloha pracovníka (sedí, stojí)

12.1 Stacionární montáž

Stacionární montáž výrobků nebo výrobních celků je postupná na jednom místě (v tzv. montážním hnízdě – modulární uspořádání) jedním pracovníkem nebo skupinou dělníků.

Může být buď soustředěná (např. u těžkých a rozměrných strojů) – montáž se provádí na stejném místě a vykonává ji stejná skupina pracovníků, nebo rozčleněná, kdy dochází nejprve k rozčlenění výrobku na jednotlivé montážní celky v souladu s montážním schématem a s přihlédnutím k objemu práce v montážní operaci. Montáž, resp. předmontáž jednotlivých celků je souběžná a konečnou montáž výrobku provádí zvláštní skupina pracovníků.

Tento typ montáže (i rozčleněné) je používán nejčastěji v oblasti kusové a malosériové výroby pro výrobky a zařízení velkých rozměrů a značné hmotnosti. [3]

12.2 Pohyblivá montáž

Pohyblivou montáž dělíme na:

- Předmětnou – řadovou , u níž uspořádáváme pracoviště důsledně ve smyslu montážního postupu (bývá s volným taktem a jednotlivá pracoviště nejsou co do objemu montážních činností časově vyvážena)
- Linkovou – asynchronní, která má u jednotlivých pracovišť variabilní pracovní tempo
- Proudovou – synchronní, která je nejvyšší formou pohyblivé montáže. Vyžaduje plnou synchronizaci jednotlivých pracovišť z hlediska objemu montážních činností. Ve většině případů to bývá montáž jednopředmětná, s vysokým stupněm mechanizace a s předem určenou kapacitou odváděných výrobků nebo montážních celků za určitou časovou jednotku [3]

12.3 Projektové řešení montáže

Projektové řešení montáže patří k poměrně složitým projekčním pracem, vyžadujícím dostatečné zkušenosti projektanta a řadí se k projektům ve většině případech individuálním a mimo vysloveně typové projekty je řešení prováděno pro zcela konkrétní výrobky a montážní postupy. Přesto je možno uvést alespoň souhrn poznámek, zásad a pouček [3]:

- K automatizovaným montážím přistupovat pouze v případech rentabilnosti navrhovaných jednoúčelových zařízení, neboť náklady na jejich vývoj a výrobu bývají obvykle vysoké (hodí se pouze pro hromadnou výrobu).
- Při větších sériích a složitých výrobcích dělíme montáž na více linkových pracovišť, při nižších typech výroby je výhodnější montovat celý výrobek na jednom stabilním pracovišti.
- Při pohyblivé montáži by měla být cesta montovaného celku i jeho základních dílů co nejkratší, bez křížení cest.
- Zkrácení montážních prací docílíme také vhodným vybavením pracovišť nářadím a jeho umístěním v blízkosti místa použití.

- Tělesnou námahu montážních prací odstraníme volbou vhodného přípravku, polohovadla, manipulačního zařízení, montážní jámy apod.
- Duševní námahu pracovníka při pásové výrobě, vznikající monotónním opakováním několika málo úkonů řešíme automatizací (jednoduchou), nebo zvýšením počtu prováděných operací i za cenu zdvojení některých pracovišť.
- Při linkovém způsobu montáže je nutno do podrobností zpracovat i organizaci. Je nutno projektovat i pravidelné zásobování každého montážního pracoviště materiálem, náradím apod. Zde zpracováváme především tzv. blokové schéma výroby a organizační schémata montážních úkonů a provádíme propočty jejich časů, zvláště jedná-li se o roboto-technologické komplexy, nebo pracoviště zahrnující drahá zařízení, u nichž si nemůžeme dovolit velké časové ztráty.
- I u složitých a pracných výrobků se snažíme pokud možno stanovit takt montážní linky tak, aby na konci pracovní směny byl výrobek hotový.
- Při linkové montáži řešit možnost odstavení výrobku z linky, aby při jeho zdržení na některém pracovišti nemusela stát celá linka.
- Funkční kontrolu nebo zkušebnu umístíme jako poslední montážní operaci bez potřeby převážení. Opravy (repare) se umísťují poblíž zkušebny jakož i případné povrchové úpravy, konečné dobarvení, expedici apod.
- Montážní pracoviště je nutno řešit i z hlediska osvětlení, tepla, hluku, otřesů, škodlivin atd.
- Podíl montážní plochy v závislosti na typu výroby bývá orientačně:
 - u kusové a malosériové výroby ... podíl montážní plochy 50 až 60%
 - u sériové výroby podíl montážní plochy 35 až 40%
 - u hromadné výroby podíl montážní plochy 25 až 30%
- V porovnání s lisovnou nebo obrobnou mívá montážní dílna nižší nároky na údržbu a opravy, vzhledem k malému a jednoduchému vybavení. [3]

13 STANOVENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem diplomové práce je vypracovat návrh technologického řešení vstřikovny plastů podle zadaných základních požadavků. Hlavní pozornost je věnována technologickému řešení, tj. návrhu veškerých nezbytných zařízení potřebných pro provoz dílny na vstřikování plastů.

Úkolem je navrhnout potřebná výrobní a obslužná pracoviště, která budou uspořádána tak, aby průběh výroby byl co nejplynulejší.

Na základě blíže specifikovaných technických parametrů výrobního sortimentu, bude proveden kapacitní propočet jednotlivých výrobních modulů, tj. pro každý výrobek bude určeno výrobní a pomocné zařízení, které zaručí výrobu daného výrobku v požadované kvalitě. Bude provedena materiálová bilance, návrh výrobního (vstřikovacího) stroje, návrh pomocných zařízení (sušárny, temperační zařízení, nožové mlýny atd.). V návrhu potřebných výrobních a obslužných pracovišť bude též stanoven způsob dopravy materiálu (granulátu) k výrobním strojům, bude navržen způsob skladování forem, způsob manipulace s výrobky, bude provedena volba chladicího okruhu.

Součástí návrhu potřebných výrobních a obslužných pracovišť budou též detailní dispozice, které graficky vyznačují technologické řešení vstřikovny. Hlavní význam detailní dispozice je vyznačit polohu rozmístění strojů a pomocných zařízení, určit dopravní komunikace pro pohyb osob a břemen.

Detailní dispozice vstřikovny má významný vliv při určování materiálových toků, které budou provedeny graficky formou Sankeyova diagramu. Vhodný materiálový tok je důležitý z logistického hlediska, tzn. že by nemělo docházet k protisměrnému materiálovému toku, křížení materiálového toku a veškeré dopravní trasy by měly být co nejkratší. Dodržení těchto zásad přispívá k plynulému průběhu výroby.

V praktické části bude ještě provedena ekonomická rozvaha navrženého řešení, tj. budou orientačně vyčísleny náklady na pořízení daného vybavení vstřikovny.

Součástí technologického projektu bude seznam strojů a zařízení, který bude zpracován formou přílohy.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

14 ZADÁNÍ TECHNOLOGICKÉHO PROJEKTU

Vypracujte návrh technologického řešení vstříkovny plastů na základě následujících základních požadavků:

1. Plocha k dispozici (prostor pro umístění strojů):



2. Požadovaný strojní park:

Tab. 6. Skladba strojů

počet strojů	teor. vstříkový objem (PS) [cm ³]	přibližná max. uzavírací síla [kN]
4	250	2000
1	1000	3000
2	2000	3000

3. Výroba výstřiků pro automobilový a elektrotechnický průmysl. Výrobní sortiment základní výroby následujících parametrů:

Tab. 7. Orientační parametry výstřiků

výrobek č.	základní rozměry [mm]	max. hmotnost [g]	materiál
1	100 x 100 x 50	100	PA 6
2	100 x 100 x 50	100	ABS
3	200 x 200 x 50	200	PA 6
4	200 x 200 x 50	200	ABS
5	300 x 300 x 100	800	PA 6 / 30% SV
6	400 x 400 x 100	1500	PC
7	400 x 400 x 100	1500	PP / 40 % CaCO ₃

4. Uvažujte nepřetržitý provoz ve vstříkování (1 krát týdně, 4 hodiny údržba)

5. Proveďte návrh skladování surovin, dopravy materiálu ke strojům, sušení granulátu

6. Navrhněte způsob skladování forem, chladicí okruh, skladování výrobků, balení, expedice

7. Uvažujte s prostorem pro montáž 100 až 150 m² (montáž provádí osoby tělesně postižené)

15 NÁVRH POTŘEBNÝCH VÝROBNÍCH A OBSLUŽNÝCH PRACOVÍŠŤ

15.1 Výrobní plán

Plastové díly do automobilového a elektrotechnického průmyslu. Výroba probíhá nepřetržitě po dobu minimálně jednoho roku. Výrobní sortiment základní výroby tvoří 7 druhů výrobků.

15.2 Materiál základní výroby

PA 6 - Polyamid 6 , PA 6 / 30% SV - Polyamid 6 plněný 30% skleněnými vlákny

Patří ke konstrukčním plastům, vynikají dobrou zatékavostí. Používá se s nejrůznějšími plnivými. Patří k nehouževnatějším, avšak k nejvíce navlhavým PA. Má malý koeficient tření a výbornou odolnost proti otěru, nízký krip a použitelnost v širokém intervalu teplot. [9]

PP / 40 % CaCO₃ - Polypropylen plněný 40 % uhličitanem vápenatým

Minerální plnivo CaCO₃ zvyšuje tvrdost, tuhost a rozměrovou stabilitu materiálu. Má pěkný vzhled, snadno se potiskuje a také se může lepit. Vyšší tepelná vodivost umožňuje rychlejší vstřikovací cyklus. Připouští výstřiky se silnějšími stěnami bez ovlivnění vzhledu. Vyrůstá však citlivost na vznik studených spojů. Vtoky se volí o 20 až 30% větší oproti PP. Výstřiky se snadno vyjímají z formy. [9]

ABS - Akrylonitril-butadien-styren

Je houževnatější než PS a SAN. Vykazuje však nižší odolnost proti atmosférickým vlivům. Je proto vhodný jen pro vnitřní použití. Tepelná odolnost je od -30°C až do 80°C, speciální typy až do 120°C. Vyrábí se s nejrůznějšími plnivými a má všeobecné použití. [9]

PC - Polykarbonát

Je amorfní transparentní plast s vynikající rázovou a vrubovou houževnatostí, pevností a tuhostí. Používá se především při výrobě ochranných krytů a nosných těles. Tepelná odol-

nost je až do 135°C. Křehne při -145°C. Má velmi nízkou nasákavost a výborné dielektrické vlastnosti. Neodolává chemickým zásadám a některým technickým rozpouštědlům. Rovněž dlouhodobé působení vody nad 60°C vyvolává destrukci. Dobře se leští, lepí i potiskuje. V průběhu času dochází k barevným změnám (žloutne). Vyšší viskozita taveniny způsobuje obtížnější vstřikování. Má sklon k vnitřnímu pnutí. Je vhodný pro přesné výstřiky. Materiál naplněný skleněnými vlákny má ještě vyšší houževnatost než čistý PC, takže může téměř nahradit kovový materiál. [9]

15.3 Údaje o výrobcích

Tab. 8. Základní parametry výrobků

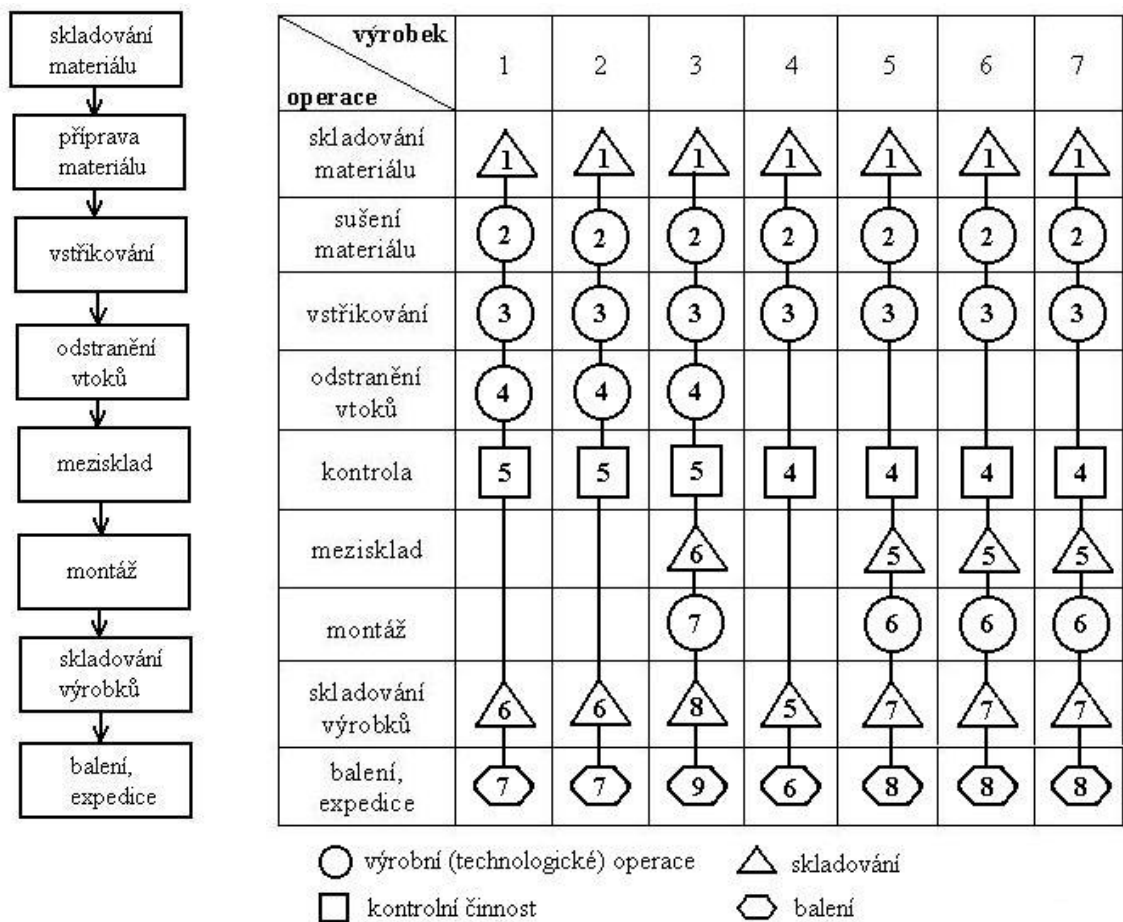
<i>výrobek</i>	<i>základní rozměry [mm]</i>	<i>max. hmotnost [g]</i>	<i>materiál</i>	<i>délka vstřik. cyklu [s]</i>
1	100 x 100 x 50	100	PA 6	25
2	100 x 100 x 50	100	ABS	25
3	200 x 200 x 50	200	PA 6	30
4	200 x 200 x 50	200	ABS	30
5	300 x 300 x 100	800	PA 6 / 30% SV	40
6	400 x 400 x 100	1500	PC	50
7	400 x 400 x 100	1500	PP / 40 % CaCO ₃	50

15.3.1 Funkční popis

Plastové díly plošného charakteru, určené pro automobilový a elektrotechnický průmysl. Výrobky na bázi krytů, pohledových dílů interiérů automobilů, částí palubních desek a jiných plastových komponentů.

15.3.2 Postup výroby

Průběh výroby každého výrobku základní výroby, počínaje dopravou materiálu, konče balením hotového výrobku, je znázorněn v diagramu technologického postupu na obrázku (Obr. 17).



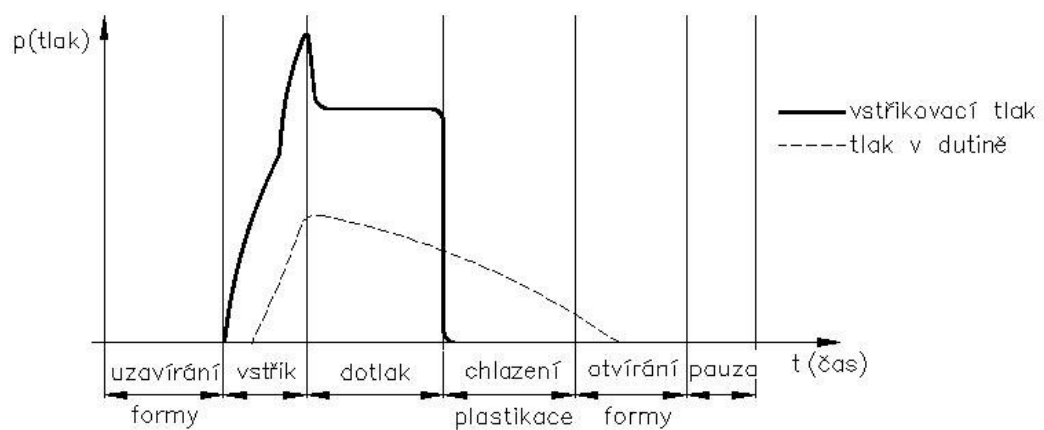
Obr. 17. Diagram technologického postupu

15.4 Technologie výrobního procesu

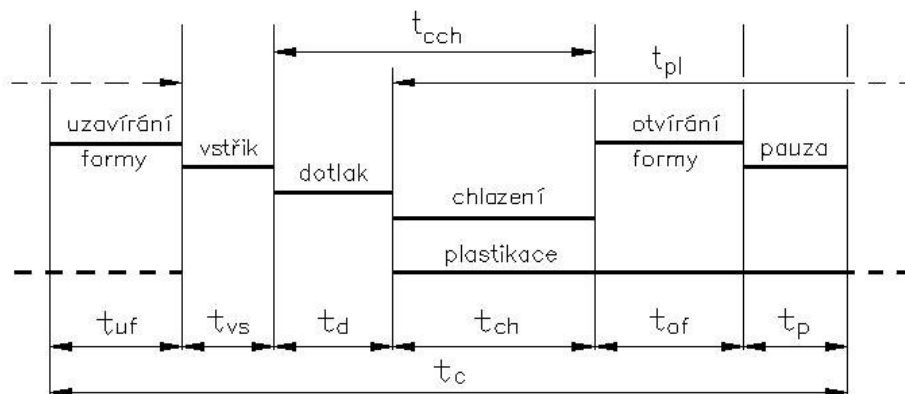
Vstřikování je nejrozšířenějším způsobem výroby požadovaných dílů z plastů. Vyznačuje se poměrně složitým fyzikálním procesem, na kterém se podílí polymer, vstřikovací stroj a forma. V průběhu vstřikování je roztavený plast ve vstřikovacím stroji tlakem dopravován do dutiny formy a tam ochlazen ve tvaru vyráběné součásti. Kvalita použitého plastu bude vždy důležitá a volba správného typu bude mít podstatný vliv na konečnou aplikaci.

15.4.1 Průběh vstřikovacího cyklu

Vstřikovací cyklus se realizuje na vstřikovacím stroji. Připravený granulovaný plast se ve vstřikovacím stroji taví, homogenizuje a vstříkne do dutiny formy. Před vstupem taveniny do formy se forma musí připravit. Příprava spočívá v temperaci, vložení zálišků, závitových jader apod.



Obr. 18. Vstřikovací cyklus v závislosti na tlaku



Obr. 19. Vstřikovací cyklus v závislosti na technologických parametrech

t_{uf} ...doba uzavírání formy, t_{vs} ...doba vstřiku, t_d ...doba dotlaku, t_{ch} ...doba chlazení,

t_{cch} ...celková doba chládnutí, t_{pl} ...doba plastikace, t_{of} ...doba otevírání formy, t_p ...pauza (prodleva)

15.4.2 Doporučené zpracovatelské teploty a tlaky

Tabulka (Tab. 9.) uvádí orientační hodnoty, které mají významný vliv na výrobní proces vstřikování plastů.

Tab. 9. Zpracovatelské teploty plastů

<i>plast</i>	<i>doporučená teplota taveniny [°C]</i>	<i>doporučená teplota formy [°C]</i>	<i>vstřikovací tlak [MPa]</i>
PS	180 – 220	20 – 70	50 – 100
HIPS	185 – 240	30 – 70	60 – 120
SAN	210 – 250	15 – 70	60 – 130
ABS	210 – 250	15 – 85	60 – 130
ASA	215 – 245	50 – 70	70 – 130
PP	210 – 280	20 – 90	50 – 120
PP / 30% SV	240 – 300	20 – 90	70 – 130
PP / 40% CaCO ₃	220 – 280	50 – 90	60 – 120
PMMA	180 – 230	50 – 80	80 – 150
PA 6	230 – 260	50 – 80	60 – 110
PA 6 / 30% SV	240 – 270	50 – 80	60 – 120
PA 6 10	230 – 250	40 – 90	60 – 120
PA 66	250 – 265	40 – 100	60 – 120
PA 66 / 30% SV	270 – 290	40 – 100	70 – 120
PA 66 / 40% CaCO ₃	280 – 290	40 – 100	60 – 120
PA 11	200 – 220	40 – 90	50 – 100
PA 11 / 30% SV	220 – 250	40 – 90	60 – 100
PA 12	240 – 265	40 – 80	50 – 100
PA 12 / 30% SV	250 – 280	40 – 80	60 – 100
POM	210	70 – 120	60 – 130
POM / 30% SV	220 – 230	70 – 120	70 – 130
PC	270 – 300	80 – 120	80 – 160
PC / 30% SV	280 – 320	80 – 120	80 – 180
PET	270	25 (130) ^{*)}	80 – 120
PET / 30% SV	280	25 (130) ^{*)}	80 – 130
PBT	250	50 – 95	70 – 110
PBT / 30% SV	250	50 – 95	70 – 110
PPO/PS	280	70 – 120	80 – 140
PPO/PS / 30% SV	290	80 – 120	80 – 140

^{*)} teplota v závorce zaručí krystalickou strukturu

15.5 Kapacitní propočet vstřikovny

Kapacitní propočet bude proveden pro jednotlivé výrobní systémy – moduly. Pro každý výrobek základní výroby bude zvlášť provedena materiálová bilance, t.j. spotřeba materiálu, produkce odpadů, bude proveden návrh výrobních zařízení.

15.5.1 Efektivní časové fondy

Efektivní časový fond dělníka v jedné směně

Z celkového počtu 365 dní v roce je nutno odečíst kapacitu již představují soboty, neděle a placené svátky.

$$D_v = (365 - 52 - 52 - 8) = \underline{253 \text{ prac.dní/rok}} \quad (23)$$

Efektivní fond dělníka: $E_d = (D_v - D_D - D_A) \cdot H_1 = (253 - 18 - 20) \cdot 8,5 = \underline{1827,5 \text{ h/rok}}$
(24)

D_v ... počet využitelných dní v roce

H_1 počet hodin v pracovním dnu, $H_1 = 8,5$ hod (jedna směna)

D_D dovolená pracovníka (průměrně 18 dní)

D_A plánovaná absence (přibližně 20 dní)

Efektivní časový fond pro nepřetržitý provoz zařízení (stroje):

Provoz nepřetržitý, každý sedmý den v týdnu 4 hodiny údržby, 3 dny v roce jsou uvažovány pro neplánované opravy – poruchy ($D_{on} = 3$ dny).

Efektivní fond stroje: $E_s = [(D - D_{on}) \cdot H] - 48.4 = [(365 - 3) \cdot 24] - 48.4 = \underline{8496 \text{ h/rok}}$ (25)

D ... počet dní v roce

D_{on} ... počet dní v roce na neplánované opravy – poruchy (např. $D_{on} = 3$ dny)

H počet hodin v pracovním dnu, $H = 24$ hod (nepřetržitý provoz)

15.5.2 Výrobní systém č.1

Tab. 10. Parametry výstřiku č.1

technické parametry výstřiku		
maximální hmotnost výstřiku	g	100
druh vtoku		studený
maximální hmotnost výrobku	g	80
maximální hmotnost vtoku	g	20
délka vstřikovacího cyklu	s	25
materiálové parametry		
materiál		PA 6
měrná hmotnost	g.cm^{-3}	1,14
doporučená teplota taveniny	$^{\circ}\text{C}$	230 – 260
doporučená teplota formy	$^{\circ}\text{C}$	50 – 80
doporučený vstřikovací tlak	MPa	60 – 110
doporučené strojní zařízení		
vstřikovací objem (PS)	cm^3	250
uzavírací síla	kN	2000
maximální rozměry formy	mm	570 x 570 x 550
maximální hmotnost formy	kg	1500

Materiálová bilance:

- Počet výstřiků n za 1 hodinu [ks/h]:

$$n = 3600 / t = 3600 / 25 = \underline{144 \text{ ks/h}} \quad (26)$$

t ... délka vstřikovacího cyklu

- Počet výstřiků N za 1 den (nepřetržitý provoz 24 h) [ks/den]:

$$N = 24 \cdot n = 24 \cdot 144 = \underline{3456 \text{ ks/den}} \quad (27)$$

n ... počet výstřiků za 1 hodinu

- Počet výstřiků Q za 1 rok [ks/rok]:

$$Q = E_s \cdot n = 8496 \cdot 144 = \underline{1\,223\,424 \text{ ks/rok}} \quad (28)$$

E_s ... efektivní časový fond stroje pro nepřetržitý provoz

n ... počet výstřiků za 1 hodinu

- Spotřeba materiálu M_{hod} za 1 hodinu [kg/h]:

$$M_{hod} = (m/1000) \cdot n = (100/1000) \cdot 144 = \underline{14,4 \text{ kg/h}} \quad (29)$$

m ... hmotnost výstřiku

n ... počet výstřiků za 1 hodinu

- Spotřeba materiálu M_{den} za 1 den [kg/den]:

$$M_{den} = 24 \cdot M_{hod} = 24 \cdot 14,4 = \underline{345,6 \text{ kg/den}} \quad (30)$$

- Spotřeba materiálu M_{rok} za 1 rok [kg/rok]:

$$M_{den} = E_s \cdot M_{hod} = 8496 \cdot 14,4 = \underline{122\,342,4 \text{ kg/rok}} \quad (31)$$

E_s ... efektivní časový fond stroje pro nepřetržitý provoz

Neshodné výrobky a odpady:

Hmotnost vtoku tvoří 20 % z celkové hmotnosti výstřiku:

$$\begin{array}{rcccl} \text{hmotnost výstřiku } \underline{m} & = & \text{hmotnost výrobku } \underline{m_{výr}} & + & \text{hmotnost vtoku } \underline{m_v} \\ 100 \text{ g} & & 80 \text{ g} & & 20 \text{ g} \end{array}$$

Předpokládaná neshodnost výrobků je 2 % z vyrobeného množství.

- Počet neshodných výrobků n_{nes} za 1 hodinu [ks/h]:

$$n_{nes} = 0,02 \cdot n = 0,02 \cdot 144 = \underline{3 \text{ ks/h}} \quad (32)$$

n ... počet výstřiků za 1 hodinu

- Hmotnost neshodných výrobků m_{nes} za 1 hodinu [kg/h]:

$$m_{nes} = n_{nes} \cdot m_{výr} = 3 \cdot 0,08 = \underline{0,24 \text{ kg/hod}} \quad (33)$$

n_{nes} ... počet neshodných výrobků za 1 hodinu

$m_{výr}$... hmotnost výrobku

- Celková hmotnost vtoků m_{vtok} za 1 hodinu [kg/h]:

$$m_{\text{vtok}} = n \cdot m_v = 144 \cdot 0,02 = \underline{2,88 \text{ kg}} \quad (34)$$

n ... počet výstřiků za 1 hodinu

m_v ... hmotnost vtoku výstřiku

- Celková hmotnost odpadu m_{odp} za 1 hodinu [kg/h]:

$$m_{\text{odp}} = m_{\text{nes}} + m_{\text{vtok}} = 0,24 + 2,88 = \underline{3,12 \text{ kg/h}} \quad (35)$$

m_{nes} ... hmotnost neshodných výrobků za 1 hodinu

m_{vzok} ... celková hmotnost vtoků za 1 hodinu

Volba vstřikovacího stroje:

Z nabídky strojů Arburg, Demag, Engel, Klöckner byl zvolen stroj od výrobce Arburg. Důvodem je dobrá dostupnost informací týkajících se technických parametrů, široká nabídka příslušenství (manipulátorů).

Na základě požadovaných technických parametrů volím vstřikovací stroj:

ARBURG Allrounder 570A 2000-400, vstřikovací objem 250cm^3 , uzavírací síla 2000 kN.

Technické parametry a rozměry stroje viz Příloha P V, P VI.

Návrh sušícího zařízení (systém LPD -Low Pressure Dryer):

Systém sušení LPD (Low Pressure Dryer) je volen z důvodu extrémně krátké doby sušení, která se pohybuje dle typu materiálu od 20 do 40 minut. Krátké sušící časy vylučují degradaci materiálu jako při dlouhodobém sušení v objemných sušících silech.

Energetické nároky na provoz jsou oproti sušení suchým vzduchem o 70 až 80 % nižší.

[dle údajů výrobce]

Tab. 11. Vstupní parametry sušení materiálu výstřiku č.1

sušený materiál		PA 6
spotřeba materiálu (požadovaný sušící výkon)	kg/h	14,4
délka sušícího cyklu (dle výrobce LPD)	min	30
sypná hmotnost materiálu (granulátu) *)	g/cm^3	$(0,75 \cdot \rho_M)$

*) Sypnou hmotnost je možno určit ze vztahu dle [10]: $M_o = \rho_M(1-\epsilon)(1+x)$

ρ_M ... měrná hmotnost materiálu

ε ... součinitel poréznosti ($\varepsilon = 0,26$ až $0,48$)

x ... vlhkost materiálu, podíl hmotnosti vlhkosti ku hmotnosti suchého materiálu

Pro zjednodušení uvažujeme sypnou hmotnost granulátů o 25% nižší než měrná hmotnost ($M_o = 0,75 \cdot \rho_M$)

- Výpočet sypné hmotnosti granulátu [g/cm^3]:

$$M_o = 0,75 \cdot \rho_M = 0,75 \cdot 1,14 = 0,855 \text{ g/cm}^3 = \underline{0,855 \text{ kg/l}} \quad (36)$$

ρ_M ... měrná hmotnost materiálu [g/cm^3]

- Určení velikosti sušárny dle výrobce A.M. LPD:

$$\text{Sušící výkon stroje [kg/h]:} \quad P_s = V_k \cdot M_o \cdot 60 / T_c \quad (37)$$

$$\Rightarrow \text{velikost kanystru:} \quad V_k = (P_s \cdot T_c) / (60 \cdot M_o) = (14,4 \cdot 30) / (60 \cdot 0,855) = \underline{8,4 \text{ litrů}}$$

V_k ... objem kanystru sušícího stroje (9 litrů, 30 litrů, 57 litrů)

M_o ... sypná hmotnost materiálu [kg/l]

T_c ... délka sušícího cyklu [min]

Návrh temperační jednotky:

Tab. 12. Vstupní údaje pro chlazení systému č.1

materiál výstřiku		PA 6
zpracovávané množství materiálu	kg/h	14,4
měrná tepelná kapacita materiálu výstřiku	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	1,8
maximální hmotnost formy	kg	1500
max. doporučená teplota formy	$^{\circ}\text{C}$	80
měrná tepelná kapacita materiálu formy	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	0,45
doporučená teplota taveniny	$^{\circ}\text{C}$	250
teplota okolí	$^{\circ}\text{C}$	20
předpokládané množství teplotnosné kapaliny	l	15

- Určení druhu teplotnosné látky:

Provozní teplota formy $T_p = 80 \text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow$ teplotnosná látka = voda (beztlaková jednotka).

Tab. 13. Teplotnosná kapalina systému č.1

voda (beztlaková jednotka do $90 \text{ }^{\circ}\text{C}$)		
měrná tepelná kapacita teplotnosné kapaliny	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	4,18
hustota teplotnosné kapaliny	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	998

- *Hmotnost teplotonosné kapaliny m_{kap} [kg]:*

$$m_{kap} = \rho \cdot V_{kap} = 998 \cdot 0,015 = \underline{14,97 \text{ kg}} \quad (38)$$

- ρ ... hustota teplotonosné kapaliny [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]
- V_{kap} ... předpokládaný objem teplotonosné kapaliny v systému (objem v zásobníku temperační jednotky + objem v rozvodných trubkách a kanálech formy)

- *Topný výkon temperační jednotky [kW]:*

$$P_1 = [(m_F \cdot c_F + m_K \cdot c_K) \cdot \Delta T_1] / 3600 \cdot t = [(1500 \cdot 0,45 + 14,97 \cdot 4,18) \cdot (80 - 20)] / 3600 \cdot 4 \quad (39)$$

$$P_1 = \underline{3 \text{ kW}}$$

- m_F, m_K ... hmotnost formy, hmotnost kapaliny [kg]
- c_F, c_K ... měrná tepelná kapacita materiálu formy / kapaliny [$\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]
- $\Delta T_1 = T_p - T_o$, T_p ... provozní teplota formy, T_o ... teplota okolí
- t ... požadovaný čas ohřevu [h], čas ohřevu volíme $t = 4 \text{ h}$.

V nepřetržitém provozu je topný výkon významný jen při výměně formy, kdy se musí forma vytopit na provozní teplotu, v průběhu výroby se provozní teplota jen udržuje. Topný výkon nemá vliv na délku vstřikovacího cyklu. Výpočet můžeme proto považovat pouze za orientační.

- *Chladicí výkon temperační jednotky [kW]:*

$$P_2 = (M_{hod} \cdot c \cdot \Delta T_2 \cdot s) / 3600 = (14,4 \cdot 1,8 \cdot (250 - 80) \cdot 1,5) / 3600 = \underline{1,84 \text{ kW}} \quad (40)$$

- M_{hod} ... zpracovávané množství materiálu [kg/h]
- c ... měrná tepelná kapacita zpracovávaného plastu [$\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]
- $\Delta T_2 = T_m - T_p$, T_m ... max. teplota (teplota taveniny), T_p ... provozní teplota
- s ... bezpečnostní faktor (1,2 až 2; volíme 1,5)

- *Výkon čerpadla [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]:*

$$V = P_2 / (c_K \cdot \Delta T_3 \cdot \rho) = 1,84 / (4,18 \cdot 5 \cdot 998) = \underline{8,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}} = \underline{5,28 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}} \quad (41)$$

- P_2 ... odváděné teplo [kW]
- c_K ... měrná tepelná kapacita teplotonosné kapaliny [$\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]
- ΔT_3 ... přípustné kolísání teploty při provozu (např. $5 \text{ }^\circ\text{C}$)
- ρ ... hustota teplotonosné kapaliny [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]

Z nabídky přístrojů Regloplas, Tool-temp, Witmann, se použije temperační zařízení Regloplas 90 Smart, vyhovuje požadovaným výkonům. Technické parametry a rozměry zařízení viz Příloha P XV.

Pro následující výrobní systémy se výpočet provede dle výše uvedených vztahů, výsledky budou z důvodu přehlednosti zpracovány tabulkově.

15.5.3 Výrobní systém č.2

Tab. 14. Parametry výstřiku č.2

technické parametry výstřiku		
maximální hmotnost výstřiku	g	100
druh vtoku		studený
maximální hmotnost výrobku	g	80
maximální hmotnost vtoku	g	20
délka vstřikovacího cyklu	s	25
materiálové parametry		
materiál		ABS
měrná hmotnost	g.cm^{-3}	1,04
doporučená teplota taveniny	$^{\circ}\text{C}$	210 – 250
doporučená teplota formy	$^{\circ}\text{C}$	15 – 85
doporučený vstřikovací tlak	MPa	60 – 130
doporučené strojní zařízení		
vstřikovací objem	cm^3	250
uzavírací síla	kN	2000
maximální rozměry formy	mm	570 x 570 x 550
maximální hmotnost formy	kg	1500

Materiálová bilance:

Tab. 15. Materiálová bilance výstřiku č.2

počet výstřiků \underline{n} za 1 hodinu	ks/h	144
počet výstřiků \underline{N} za 1 den	ks/den	3456
počet výstřiků \underline{Q} za 1 rok	ks/rok	1 223 424
spotřeba materiálu $\underline{M}_{\text{hod}}$ za 1 hodinu	kg/h	14,4
spotřeba materiálu $\underline{M}_{\text{den}}$ za 1 den	kg/den	345,6
spotřeba materiálu $\underline{M}_{\text{rok}}$ za 1 rok	kg/rok	122 342,4

Neshodné výrobky a odpady:

Hmotnost vtoku tvoří 20 % z celkové hmotnosti výstřiku:

$$\text{hmotnost výstřiku } \underline{m} = \text{hmotnost výrobku } \underline{m}_{\text{výr}} + \text{hmotnost vtoku } \underline{m}_v$$

$$100 \text{ g} = 80 \text{ g} + 20 \text{ g}$$

Předpokládaná neshodnost výrobků je 2 % z vyrobeného množství.

Tab. 16. Produkce odpadů výstřiku č.2

počet neshodných výrobků $\underline{n}_{\text{nes}}$ za 1 hodinu	ks/h	3
hmotnost neshod. výrobků $\underline{m}_{\text{nes}}$ za 1 hodinu	kg/h	0,24
celková hmotnost vtoků $\underline{m}_{\text{vtok}}$ za 1 hodinu	kg/h	2,88
celková hmotnost odpadu $\underline{m}_{\text{odp}}$ za 1 hodinu	kg/h	3,12

Volba vstřikovacího stroje:

Na základě požadovaných technických parametrů volím vstřikovací stroj:

ARBURG Allrounder 570A 2000-400, vstřikovací objem 250cm³, uzavírací síla 2000 kN.

Technické parametry a rozměry stroje viz Příloha P V, P VI.

Návrh sušicího zařízení (systém LPD -Low Pressure Dryer):

Tab. 17. Vstupní parametry sušení materiálu výstřiku č.2

sušený materiál		ABS
spotřeba materiálu (požadovaný sušící výkon):	kg/h	14,4
délka sušicího cyklu (dle výrobce LPD)	min	30
sypná hmotnost granulátu	kg/l	0,78

- Určení velikosti sušárny dle výrobce A.M. LPD podle vztahu (37):

$$\Rightarrow \text{velikost kanystru: } V_k = (P_s \cdot T_c) / (60 \cdot M_o) = (14,4 \cdot 30) / (60 \cdot 0,78) = \underline{9,2 \text{ litrů}}$$

Sušicí zařízení MAGUIRE LPD-12 o objemu kanystru 30 litrů vyhovuje požadovanému sušicímu výkonu. Technické parametry a rozměry viz Příloha P XII.

Návrh temperační jednotky:

Tab. 18. Vstupní údaje pro chlazení systému č.2

materiál výstřiku		ABS
zpracovávané množství materiálu	kg/h	14,4
měrná tepelná kapacita materiálu výstřiku	kJ.kg ⁻¹ .K ¹	1,4
maximální hmotnost formy	kg	1500
max. doporučená teplota formy	°C	85

měrná tepelná kapacita materiálu formy	$\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	0,45
doporučená teplota taveniny	$^{\circ}\text{C}$	230
teplota okolí	$^{\circ}\text{C}$	20
předpokládané množství teplotnosné kapaliny	l	15

Tab. 19. Teplotnosná kapalina systému č.2

voda (beztlaková jednotka do 90 $^{\circ}\text{C}$)		
měrná tepelná kapacita teplotnosné kapaliny	$\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	4,18
hustota teplotnosné kapaliny	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	998

Tab. 20. Vypočítané výkony temperační jednotky systému č.2

topný výkon temperační jednotky	kW	3,3
chladicí výkon temperační jednotky	kW	1,22
výkon čerpadla	$\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$	3,48

Temperační zařízení Regloplas 90 Smart vyhovuje požadovaným výkonům. Technické parametry a rozměry zařízení viz Příloha P XV.

15.5.4 Výrobní systém č.3

Tab. 21. Parametry výstřiku č.3

technické parametry výstřiku		
maximální hmotnost výstřiku	g	200
druh vtoku		studený
maximální hmotnost výrobku	g	160
maximální hmotnost vtoku	g	40
délka vstřikovacího cyklu	s	30
materiálové parametry		
materiál		PA 6
měrná hmotnost	$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	1,14
doporučená teplota taveniny	$^{\circ}\text{C}$	230 – 260
doporučená teplota formy	$^{\circ}\text{C}$	50 – 80
doporučený vstřikovací tlak	MPa	60 – 110
doporučené strojní zařízení		
vstřikovací objem	cm^3	250
uzavírací síla	kN	2000
maximální rozměry formy	mm	570 x 570 x 550
maximální hmotnost formy	kg	1500

Materiálová bilance:

Tab. 22. Materiálová bilance výstřiku č.3

počet výstřiků \underline{n} za 1 hodinu	ks/h	120
počet výstřiků \underline{N} za 1 den	ks/den	2880
počet výstřiků \underline{Q} za 1 rok	ks/rok	1 019 520
spotřeba materiálu \underline{M}_{hod} za 1 hodinu	kg/h	24
spotřeba materiálu \underline{M}_{den} za 1 den	kg/den	576
spotřeba materiálu \underline{M}_{rok} za 1 rok	kg/rok	203 904

Neshodné výrobky a odpady:

Hmotnost vtoku tvoří 20 % z celkové hmotnosti výstřiku:

$$\begin{array}{rcll} \text{hmotnost výstřiku } \underline{m} & = & \text{hmotnost výrobku } \underline{m}_{v\ddot{y}r} & + & \text{hmotnost vtoku } \underline{m}_v \\ 200 \text{ g} & = & 160 \text{ g} & + & 40 \text{ g} \end{array}$$

Předpokládaná neshodnost výrobků je 2 % z vyrobeného množství.

Tab. 23. Produkce odpadů výstřiku č.3

počet neshodných výrobků \underline{n}_{nes} za 1 hodinu	ks/h	3
hmotnost neshod. výrobků \underline{m}_{nes} za 1 hodinu	kg/h	0,48
celková hmotnost vtoků \underline{m}_{vtok} za 1 hodinu	kg/h	4,8
celková hmotnost odpadu \underline{m}_{odp} za 1 hodinu	kg/h	5,28

Volba vstřikovacího stroje:

Na základě požadovaných technických parametrů volím vstřikovací stroj:

ARBURG Allrounder 570A 2000-400, vstřikovací objem 250cm³, uzavírací síla 2000 kN.

Technické parametry a rozměry stroje viz Příloha P V, P VI.

Návrh sušícího zařízení (systém LPD -Low Pressure Dryer):

Tab. 24. Vstupní parametry sušení materiálu výstřiku č.3

sušený materiál		PA 6
spotřeba materiálu (požadovaný sušící výkon):	kg/h	24
délka sušícího cyklu (dle výrobce LPD)	min	30

sypná hmotnost granulátu	kg/l	0,885
--------------------------	------	-------

- *Určení velikosti sušárny dle výrobce A.M. LPD dosazením do vztahu (37):*

$$\Rightarrow \text{velikost kanystru: } V_k = (P_s \cdot T_c) / (60 \cdot M_o) = (24 \cdot 30) / (60 \cdot 0,855) = \underline{14 \text{ litrů}}$$

Pro výrobní systém č.1 o potřebné kapacitě kanystru 8,4 litrů a výrobní systém č. 3 o potřebné kapacitě 14 litrů se pro sušení PA 6 použije společné sušící zařízení A.M. MAGUIRE LPD-12 o objemu kanystru 30 litrů.

Technické parametry a rozměry zařízení viz Příloha P XII.

Návrh temperační jednotky:

Tab. 25. Vstupní údaje pro chlazení systému č.3

materiál výstřiku		PA 6
zpracovávané množství materiálu	kg/h	24
měrná tepelná kapacita materiálu výstřiku	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	1,8
maximální hmotnost formy	kg	1500
max. doporučená teplota formy	$^{\circ}\text{C}$	80
měrná tepelná kapacita materiálu formy	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	0,45
doporučená teplota taveniny	$^{\circ}\text{C}$	250
teplota okolí	$^{\circ}\text{C}$	20
předpokládané množství teplonosné kapaliny	l	15

Tab. 26. Teplonosná kapalina systému č.3

voda (beztlaková jednotka do 90 $^{\circ}\text{C}$)		
měrná tepelná kapacita teplonosné kapaliny	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	4,18
hustota teplonosné kapaliny	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	998

Tab. 27. Vypočítané výkony temperační jednotky systému č.3

topný výkon temperační jednotky	kW	3
chladičí výkon temperační jednotky	kW	3,06
výkon čerpadla	$\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$	9

Tempereční zařízení Regloplas 90 Smart vyhovuje požadovaným výkonům. Technické parametry a rozměry zařízení viz Příloha P XV.

15.5.5 Výrobní systém č.4

Tab. 28. Parametry výstřiku č.4

<i>technické parametry výstřiku</i>		
maximální hmotnost výstřiku	g	200
druh vtoku		horký
maximální hmotnost výrobku	g	200 g
maximální hmotnost vtoku		-
délka vstřikovacího cyklu	s	30
<i>materiálové parametry</i>		
materiál		ABS
měrná hmotnost	g.cm ⁻³	1,04
doporučená teplota taveniny	°C	210 – 250
doporučená teplota formy	°C	15 – 85
doporučený vstřikovací tlak	MPa	60 – 130
<i>doporučené strojní zařízení</i>		
vstřikovací objem	cm ³	250
uzavírací síla	kN	2000
maximální rozměry formy	mm	570 x 570 x 550
maximální hmotnost formy	kg	1500

Materiálová bilance:

Tab. 29. Materiálová bilance výstřiku č.4

počet výstřiků \underline{n} za 1 hodinu	ks/h	120
počet výstřiků \underline{N} za 1 den	ks/den	2880
počet výstřiků \underline{Q} za 1 rok	ks/rok	1 019 520
spotřeba materiálu $\underline{M}_{\text{hod}}$ za 1 hodinu	kg/h	24
spotřeba materiálu $\underline{M}_{\text{den}}$ za 1 den	kg/den	576
spotřeba materiálu $\underline{M}_{\text{rok}}$ za 1 rok	kg/rok	203 904

Neshodné výrobky a odpady:

$$\begin{array}{rclclcl} \text{hmotnost výstřiku } \underline{m} & = & \text{hmotnost výrobku } \underline{m}_{\text{výr}} & + & \text{hmotnost vtoku } \underline{m}_{\text{v}} \\ 200 \text{ g} & = & 200 \text{ g} & + & 0 \text{ g (horký)} \end{array}$$

Předpokládaná neshodnost výrobků je 2 % z vyrobeného množství.

Tab. 30. Produkce odpadů výstřiku č.4

počet neshodných výrobků n_{nes} za 1 hodinu	ks/h	3
hmotnost neshod. výrobků m_{nes} za 1 hodinu	kg/h	0,6
celková hmotnost odpadu m_{odp} za 1 hodinu	kg/h	0,6

Volba vstřikovacího stroje:

Na základě požadovaných technických parametrů volím vstřikovací stroj:

ARBURG Allrounder 570A 2000-400, vstřikovací objem 250cm³, uzavírací síla 2000 kN.

Technické parametry a rozměry stroje viz Příloha P V, P VI.

Návrh sušícího zařízení (systém LPD -Low Pressure Dryer):

Tab. 31. Vstupní parametry sušení materiálu výstřiku č.4

sušený materiál		ABS
spotřeba materiálu (požadovaný sušící výkon):	kg/h	24
délka sušícího cyklu (dle výrobce LPD)	min	30
sypaná hmotnost granulátu	kg/l	0,78

- Určení velikosti sušárny dle výrobce A.M. LPD (37):

$$\Rightarrow \text{velikost kanystru: } V_k = (P_s \cdot T_c) / (60 \cdot M_o) = (24 \cdot 30) / (60 \cdot 0,78) = \underline{15,4 \text{ litrů}}$$

Sušící zařízení MAGUIRE LPD-12 o objemu kanystru 30 litrů vyhovuje požadovanému sušícímu výkonu .

Pro výrobní systém č.2 o potřebné kapacitě kanystru 9,2 litrů a výrobní systém č.4 o potřebné kapacitě 15,4 litrů se pro sušení ABS použije společné sušící zařízení

A.M. MAGUIRE LPD-12 o objemu kanystru 30 litrů. Technické parametry a rozměry zařízení viz Příloha P XII.

Návrh temperační jednotky:

Tab. 32. Vstupní údaje pro chlazení systému č.4

materiál výstřiku		ABS
zpracovávané množství materiálu	kg/h	24
měrná tepelná kapacita materiálu výstřiku	kJ.kg ⁻¹ .K ¹	1,4
maximální hmotnost formy	kg	1500

max. doporučená teplota formy	°C	85
měrná tepelná kapacita materiálu formy	$\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	0,45
doporučená teplota taveniny	°C	230
teplota okolí	°C	20
předpokládané množství teplonosné kapaliny	l	15

Tab. 33. Teplonosná kapalina systému č.4

voda (beztlaková jednotka do 90 °C)		
měrná tepelná kapacita teplonosné kapaliny	$\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	4,18
hustota teplonosné kapaliny	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	998

Tab. 34. Vypočítané výkony temperační jednotky systému č.4

topný výkon temperační jednotky	kW	3,3
chladicí výkon temperační jednotky	kW	2,03
výkon čerpadla	$\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$	5,82

Tempereční zařízení Regloplas 90 Smart vyhovuje požadovaným výkonům. Technické parametry a rozměry zařízení viz Příloha P XV.

15.5.6 Výrobní systém č.5

Tab. 35. Parametry výstřiku č.5

technické parametry výstřiku		
maximální hmotnost výstřiku	g	800
druh vtoku		horký
maximální hmotnost výrobku	g	800
maximální hmotnost vtoku		-
délka vstřikovacího cyklu	s	40
materiálové parametry		
materiál		PA 6 / 30% SV
měrná hmotnost	$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	1,3
doporučená teplota taveniny	°C	240 – 270
doporučená teplota formy	°C	15 – 80
doporučený vstřikovací tlak	MPa	60 – 120
doporučené strojní zařízení		
vstřikovací objem	cm^3	1000
uzavírací síla	kN	3200
maximální rozměry formy	mm	720 x 720 x 700
maximální hmotnost formy	kg	3000

Materiálová bilance:

Tab. 36. Materiálová bilance výstřiku č.5

počet výstřiků \underline{n} za 1 hodinu	ks/h	90
počet výstřiků \underline{N} za 1 den	ks/den	2160
počet výstřiků \underline{Q} za 1 rok	ks/rok	764 640
spotřeba materiálu $\underline{M}_{\text{hod}}$ za 1 hodinu	kg/h	72
spotřeba materiálu $\underline{M}_{\text{den}}$ za 1 den	kg/den	1728
spotřeba materiálu $\underline{M}_{\text{rok}}$ za 1 rok	kg/rok	611 712

Neshodné výrobky a odpady:

$$\begin{array}{rcccl} \text{hmotnost výstřiku } \underline{m} & = & \text{hmotnost výrobku } \underline{m}_{\text{výř}} & + & \text{hmotnost vtoku } \underline{m}_{\text{v}} \\ 800 \text{ g} & = & 800 \text{ g} & + & 0 \text{ g (horký)} \end{array}$$

Předpokládaná neshodnost výrobků je 2 % z vyrobeného množství.

Tab. 37. Produkce odpadů výstřiku č.5

počet neshodných výrobků $\underline{n}_{\text{nes}}$ za 1 hodinu	ks/h	2
hmotnost neshod. výrobků $\underline{m}_{\text{nes}}$ za 1 hodinu	kg/h	1,6
celková hmotnost odpadu $\underline{m}_{\text{odp}}$ za 1 hodinu	kg/h	1,6

Volba vstřikovacího stroje:

Na základě požadovaných technických parametrů volím vstřikovací stroj:

ARBURG Allrounder 720 S 3200 – 2100 , vstřikovací objem 1000cm³, uzavírací síla 3200 kN, přídatný manipulátor ARBURG MULTILIFT V. Technické parametry a rozměry stroje viz Příloha P III, P IV.

Návrh sušicího zařízení (systém LPD -Low Pressure Dryer):

Tab. 38. Vstupní parametry sušení materiálu výstřiku č.5

sušený materiál		PA 6 / 30% SV
spotřeba materiálu (požadovaný sušící výkon):	kg/h	72
délka sušicího cyklu (dle výrobce LPD)	min	30
sypná hmotnost granulátu	kg/l	0,975

- *Určení velikosti sušárny dle výrobce A.M. LPD (37):*

$$\Rightarrow \text{velikost kanystru: } V_k = (P_s \cdot T_c) / (60 \cdot M_o) = (72 \cdot 30) / (60 \cdot 0,975) = \underline{37 \text{ litrů}}$$

Sušící zařízení MAGUIRE LPD-22 o objemu kanystru 57 litrů vyhovuje požadovanému sušicímu výkonu. Technické parametry a rozměry zařízení viz Příloha P XIII.

Návrh temperační jednotky:

Tab. 39. Vstupní údaje pro chlazení systému č.5

materiál výstřiku		PA 6 / 30% SV
zpracovávané množství materiálu	kg/h	72
měrná tepelná kapacita materiálu výstřiku	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	1,5
maximální hmotnost formy	kg	3000
max. doporučená teplota formy	$^{\circ}\text{C}$	80
měrná tepelná kapacita materiálu formy	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	0,45
doporučená teplota taveniny	$^{\circ}\text{C}$	260
teplota okolí	$^{\circ}\text{C}$	20
předpokládané množství teplonosné kapaliny	l	15

Tab. 40. Teplonosná kapalina systému č.5

voda (beztlaková jednotka do 90 $^{\circ}\text{C}$)		
měrná tepelná kapacita teplonosné kapaliny	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	4,18
hustota teplonosné kapaliny	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	998

Tab. 41. Vypočítané výkony temperační jednotky systému č.5

topný výkon temperační jednotky	kW	5,9
chladičí výkon temperační jednotky	kW	8,1
výkon čerpadla	$\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$	23,4

Tempereční zařízení Regloplas 90 Smart vyhovuje požadovaným výkonům. Technické parametry a rozměry zařízení viz Příloha P XV.

15.5.7 Výrobní systém č.6

Tab. 42. Parametry výstřiku č.6

technické parametry výstřiku		
maximální hmotnost výstřiku	g	1500
druh vtoku		horký
maximální hmotnost výrobku	g	1500
maximální hmotnost vtoku		-
délka vstřikovacího cyklu	s	50
materiálové parametry		
materiál		PC
měrná hmotnost	g.cm^{-3}	1,2
doporučená teplota taveniny	$^{\circ}\text{C}$	270 – 300
doporučená teplota formy	$^{\circ}\text{C}$	50 – 120
doporučený vstřikovací tlak	MPa	80 – 160
doporučené strojní zařízení		
vstřikovací objem	cm^3	2000
uzavírací síla	kN	3200
maximální rozměry formy	mm	720 x 720 x 700
maximální hmotnost formy	kg	3000

Materiálová bilance:

Tab. 43. Materiálová bilance výstřiku č.6

počet výstřiků n za 1 hodinu	ks/h	72
počet výstřiků N za 1 den	ks/den	1728
počet výstřiků Q za 1 rok	ks/rok	611 712
spotřeba materiálu M_{hod} za 1 hodinu	kg/h	108
spotřeba materiálu M_{den} za 1 den	kg/den	2592
spotřeba materiálu M_{rok} za 1 rok	kg/rok	917 568

Neshodné výrobky a odpady:

$$\text{hmotnost výstřiku } \underline{m} = \text{hmotnost výrobku } \underline{m}_{\text{výř}} + \text{hmotnost vtoku } \underline{m}_{\text{v}}$$

$$1500 \text{ g} = 1500 \text{ g} + 0 \text{ g (horký)}$$

Předpokládaná neshodnost výrobků je 2 % z vyrobeného množství.

Tab. 44. Produkce odpadů výstřiku č.6

počet neshodných výrobků \underline{n}_{nes} za 1 hodinu	ks/h	2
hmotnost neshod. výrobků \underline{m}_{nes} za 1 hodinu	kg/h	3
celková hmotnost odpadu m_{odp} za 1 hodinu	kg/h	3

Volba vstřikovacího stroje:

Na základě požadovaných technických parametrů volím vstřikovací stroj:

ARBURG Allrounder 720 S 3200 – 3200, vstřikovací objem 2000cm³, uzavírací síla 3200 kN, přídatný manipulátor ARBURG MULTILIFT V. Technické parametry a rozměry stroje viz Příloha P I, P II.

Návrh sušícího zařízení (systém LPD -Low Pressure Dryer):

Tab. 45. Vstupní parametry sušení materiálu výstřiku č.6

sušený materiál		PC
spotřeba materiálu (požadovaný sušící výkon):	kg/h	108
délka sušícího cyklu (dle výrobce LPD)	min	30
sypná hmotnost granulátu	kg/l	0,9

- *Určení velikosti sušárny dle výrobce A.M. LPD (37):*

$$\Rightarrow \text{velikost kanystru: } V_k = (P_s \cdot T_c) / (60 \cdot M_o) = (108 \cdot 30) / (60 \cdot 0,9) = \underline{60 \text{ litrů}}$$

Sušící zařízení MAGUIRE LPD-22 o objemu kanystru 57 litrů nevyhovuje požadovanému sušícímu výkonu. Použijí se dvě zařízení MAGUIRE LPD-22 o objemu 2 x 57 litrů.

Technické parametry a rozměry zařízení viz Příloha P XIII.

Návrh temperační jednotky:

Tab. 46. Vstupní údaje pro chlazení systému č.6

materiál výstřiku		PC
zpracovávané množství materiálu	kg/h	108
měrná tepelná kapacita materiálu výstřiku	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	1,3
maximální hmotnost formy	kg	3000
max. doporučená teplota formy	°C	120
měrná tepelná kapacita materiálu formy	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	0,45

doporučená teplota taveniny	°C	290
teplota okolí	°C	20
předpokládané množství teplotnosné kapaliny	l	15

Tab. 47. Teplotnosná kapalina systému č.6

voda (tlaková jednotka do 140 °C)		
měrná tepelná kapacita teplotnosné kapaliny	$\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	4,18
hustota teplotnosné kapaliny	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	998

Tab. 48. Vypočítané výkony temperační jednotky systému č.6

topný výkon temperační jednotky	kW	9,8
chladicí výkon temperační jednotky	kW	10
výkon čerpadla	$\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$	28,8

Temperační zařízení Regloplas P 140 M (tlakový systém) vyhovuje požadovaným výkonům. Technické parametry a rozměry zařízení viz Příloha P XVI.

15.5.8 Výrobní systém č.7

Tab. 49. Parametry výstřiku č.7

technické parametry výstřiku		
maximální hmotnost výstřiku	g	1500
druh vtoku		horký
maximální hmotnost výrobku	g	1500
maximální hmotnost vtoku		-
délka vstřikovacího cyklu	s	50
materiálové parametry		
materiál		PP / 40% CaCO ₃
měrná hmotnost	$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	1,25
doporučená teplota taveniny	°C	220 – 280
doporučená teplota formy	°C	50 – 90
doporučený vstřikovací tlak	MPa	60 – 120
doporučené strojní zařízení		
vstřikovací objem	cm^3	2000
uzavírací síla	kN	3200
maximální rozměry formy	mm	720 x 720 x 700
maximální hmotnost formy	kg	3000

Materiálová bilance:

Tab. 50. Materiálová bilance výstřiku č.7

počet výstřiků \underline{n} za 1 hodinu	ks/h	72
počet výstřiků \underline{N} za 1 den	ks/den	1728
počet výstřiků \underline{Q} za 1 rok	ks/rok	611 712
spotřeba materiálu $\underline{M}_{\text{hod}}$ za 1 hodinu	kg/h	108
spotřeba materiálu $\underline{M}_{\text{den}}$ za 1 den	kg/den	2592
spotřeba materiálu $\underline{M}_{\text{rok}}$ za 1 rok	kg/rok	917 568

Neshodné výrobky a odpady:

$$\begin{array}{rcl} \text{hmotnost výstřiku } \underline{m} & = & \text{hmotnost výrobku } \underline{m}_{\text{výř}} + \text{hmotnost vtoku } \underline{m}_{\text{v}} \\ 1500 \text{ g} & = & 1500 \text{ g} + 0 \text{ g (horký)} \end{array}$$

Předpokládaná neshodnost výrobků je 2 % z vyrobeného množství.

Tab. 51. Produkce odpadů výstřiku č.7

počet neshodných výrobků $\underline{n}_{\text{nes}}$ za 1 hodinu	ks/h	2
hmotnost neshod. výrobků $\underline{m}_{\text{nes}}$ za 1 hodinu	kg/h	3
celková hmotnost odpadu $\underline{m}_{\text{odp}}$ za 1 hodinu	kg/h	3

Volba vstřikovacího stroje:

Na základě požadovaných technických parametrů volím vstřikovací stroj:

ARBURG Allrounder 720 S 3200 – 3200, vstřikovací objem 2000cm³, uzavírací síla 3200 kN, přídatný manipulátor ARBURG MULTILIFT V. Technické parametry a rozměry stroje viz Příloha P I, P II.

Návrh sušícího zařízení (systém LPD -Low Pressure Dryer):

Tab. 52. Vstupní parametry sušení materiálu výstřiku č.7

sušený materiál		PP / 40 % CaCO ₃
spotřeba materiálu (požadovaný sušící výkon):	kg/h	108

délka sušícího cyklu (dle výrobce LPD)	min	30
sypná hmotnost granulátu	kg/l	0,94

• *Určení velikosti sušárny dle výrobce A.M. LPD (37):*

$$\Rightarrow \text{velikost kanystru: } V_k = (P_s \cdot T_c) / (60 \cdot M_o) = (108 \cdot 30) / (60 \cdot 0,94) = \underline{57,5 \text{ litrů}}$$

Sušící zařízení MAGUIRE LPD-22 o objemu kanystru 57 litrů nevyhovuje požadovanému sušícímu výkonu. Použijí se dvě zařízení MAGUIRE LPD-22 o objemu 2 x 57 litrů.

Technické parametry a rozměry zařízení viz Příloha P XIII.

Návrh temperační jednotky:

Tab. 53. Vstupní údaje pro chlazení systému č.7

materiál výstřiku		PP / 40 % CaCO ₃
zpracovávané množství materiálu	kg/h	108
měrná tepelná kapacita materiálu výstřiku	kJ.kg ⁻¹ .K ¹	1,7
maximální hmotnost formy	kg	3000
max. doporučená teplota formy	°C	90
měrná tepelná kapacita materiálu formy	kJ.kg ⁻¹ .K ¹	0,45
doporučená teplota taveniny	°C	260
teplota okolí	°C	20
předpokládané množství teplonosné kapaliny	l	15

Tab. 54. Teplonosná kapalina systému č.7

voda (beztlaková jednotka do 90 °C)		
měrná tepelná kapacita teplonosné kapaliny	kJ.kg ⁻¹ .K ¹	4,18
hustota teplonosné kapaliny	kg.m ⁻³	998

Tab. 55. Vypočítané výkony temperační jednotky systému č.7

topný výkon temperační jednotky	kW	6,8
chladicí výkon temperační jednotky	kW	13
výkon čerpadla	l.min ⁻¹	37,2

Tempereční zařízení Regloplas 90 Smart vyhovuje požadovaným výkonům. Technické parametry a rozměry zařízení viz Příloha P XV.

15.6 Návrh dopravy materiálu

Materiál (granulovaný plast) se dopravuje pneumaticky (podtlakově) ze zásobníků do sušících zařízení a odtud do násypek vstřikovacích strojů. Jako zdroj podtlaku se používají speciální sací jednotky nebo filtrační stanice.

Rozvod materiálu zajišťují hliníkové, nerezové nebo plastové trubky příslušné světlosti.

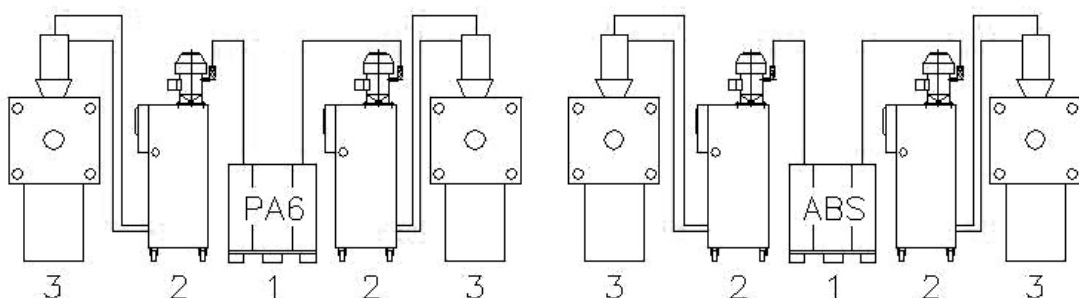
Tab. 56. Tabulka spotřeby materiálu

<i>materiál</i>	<i>max. hmotnost výstřiku [g]</i>	<i>teoretická spotřeba materiálu [kg/h]</i>	<i>součet [kg/h]</i>	<i>spotřeba materiálu za 1 den [kg/den]</i>
PA 6	100	14,4	38,4	922
	200	24		
ABS	100	14,4	38,4	922
	200	24		
PA 6 / 30% SV	800	72	72	1728
PC	1500	108	108	2592
PP / 40% CaCO ₃	1500	108	108	2592

15.6.1 Vnitřní zásobování

Pro materiály PA 6 a ABS o denní spotřebě 922 kg/den se použijí vnitřní zásobníky – oktaby. Tento způsob zásobování je jednoduchý a nevyžaduje žádné speciální zařízení jako např. stacionární zásobníky. Výhodou jsou krátké dopravní vzdálenosti, protože se může vnitřní zásobník umístit přímo vedle vstřikovacího stroje. Mohou se proto použít méně výkonné sací jednotky, a tím snížit náklady na dopravu materiálu.

Nevýhodou je nutná manipulace se zásobníky při jejich výměně a nutnost vytvoření skladovací plochy.

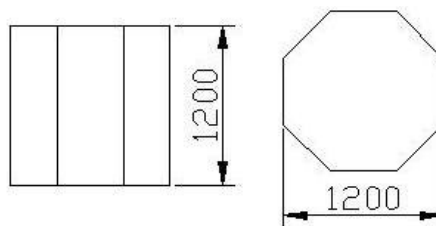


Obr. 20. Schéma vnitřního zásobování materiálem

1 – zásobník (oktabina), 2 – sušící zařízení včetně sací jednotky, 3 – vstřikovací stroj

Tab. 57. Parametry oktabiny

rozměry	mm	osmistěn 1200 – 1200
hmotnost materiálu v oktabině	kg	1000



Obr. 21. Oktabina

• Doba mezi výměnami zásobníků $t_{\text{vým}}$ [h]:

$$t_{\text{vým}} = m_{\text{okt}} / M_{\text{hod}} = 1000 / 38,4 = \underline{26} \text{ h} \quad (42)$$

m_{okt} ... hmotnost materiálu v oktabině

M_{hod} ... spotřeba materiálu za 1 hodinu (Tab. 56.)

Výměna prázdné oktabiny za plnou se provede jednou za 24 hod (za 1 den nepřetržitého provozu). Platí pro materiál PA 6 i ABS.

• Volba sací jednotky:

- požadovaný sací výkon je min. 38,4 kg/h

- dopravní vzdálenost minimálně 10 m

Sací jednotka od výrobce A.M. typ SJD-M-05AK. Je dodávána jako příslušenství k sušícímu zařízení od stejného výrobce. Základní technické parametry viz. tabulka (Tab. 58).

Rozměry sací jednotky viz Příloha P XI.

Tab. 58. Technické parametry SJD-M-05AK

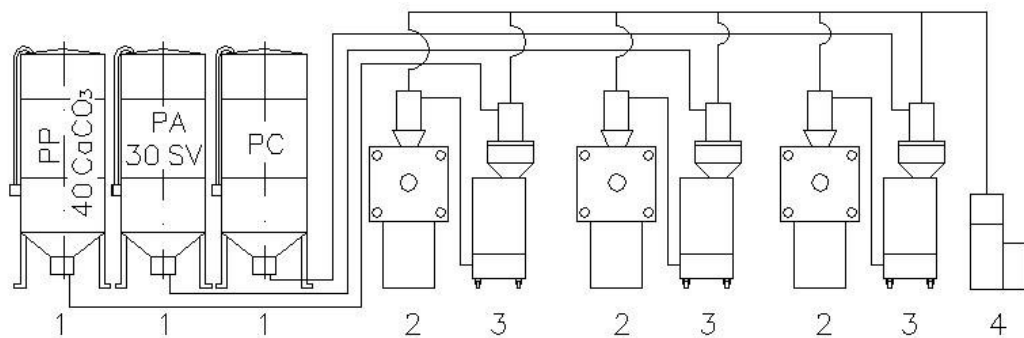
objem nádoby	l	5
přepravní výkon	kg/h	do 150
přepravní vzdálenost	m	do 30

statický podtlak	kPa	22
maximální průtok	l/s	50
hmotnost	kg	10
příkon (230 V)	W	850

15.6.2 Vnější zásobování

Pro materiály PA 6 / 30% SV, PP / 40% CaCO₃, PC o denní spotřebě 1728 resp. 2592 kg/h se použije systému vnějšího centrálního zásobování. Důvodem je velká denní spotřeba materiálu, která by vyžadovala častou výměnu vnitřních zásobníků.

Výhodou je trvalý přísun materiálu po delší časové období, zásobovací sila jsou umístěna vně objektu, proto není nutné vytvářet další skladovací plochy pro materiál. Doplnění zásobovacích sil probíhá např. jedenkrát za týden.



Obr. 22. Schéma vnějšího zásobování materiálem

1 – zásobník, 2 – vstřikovací stroj, 3 – sušící zařízení, 4 – filtrační stanice

• Výpočet velikosti vnějších zásobníků V_z [m^3]:

$$\text{PP / 40\% CaCO}_3 : V_z = (M_{\text{den}} \cdot f) / M_o = (2592 \cdot 7) / 940 = \underline{19,3 \text{ m}^3} \quad (43)$$

$$\text{PC:} \quad V_z = (M_{\text{den}} \cdot f) / M_o = (2592 \cdot 7) / 900 = \underline{20,2 \text{ m}^3}$$

$$\text{PA 6 / 30 \% SV:} \quad V_z = (M_{\text{den}} \cdot f) / M_o = (1728 \cdot 7) / 975 = \underline{12,4 \text{ m}^3}$$

M_{den} ... denní spotřeba materiálu [kg/den] – viz. tabulka (Tab. 56)

f ... frekvence doplňování zásobníků [den] – předpokládáme 7 dní

M_o ... sypná hmotnost materiálu [kg/m^3], určená ze vztahu (36)

Z praktických důvodů volíme stejnou velikost zásobníku pro všechny materiály, tj. $20,2 \text{ m}^3$.

Skutečný objem zásobníku volíme o 30 % větší (rezerva). Skutečný objem zásobníku V_{zs} je pak:

$$V_{zs} = 1,3 \cdot V_z = 1,3 \cdot 20,2 = 26,3 \text{ m}^3 \quad (44)$$

Z výrobních důvodů (dle nabídky dodavatele) volím zásobník o užitečném objemu 30 m^3 .

- *Volba základních komponentů dopravního systému:*

Tab. 59. Požadovaný přepravní výkon

<i>materiál</i>	<i>předpokládaná doprav. vzdálenost [m]</i>	<i>dopravní výkon [kg/h]</i>	<i>celkový dopravní výkon [kg/h]</i>
PA 6 / 30% SV	do 20	72	288
PC		108	
PP / 40 % CaCO ₃		108	

Dopravní systém od výrobce A.M.typ HB4346 s následujícími technickými parametry:

Tab. 60. Parametry A.M. HB4346

typ dopravního systému		HB4346
příkon dmyhadla	kW	4
maximální podtlak	mbar	355
maximální průtok	m ³ /min	3,7
jmenovitý výkon dopravního systému	kg/h	500
přepravní vzdálenost	m	50
typ filtrační stanice		FS 3

- *filtrační stanice FS 3* – zdrojem podtlaku je bezdotykové dmyhadlo s postranními kanály. Je umístěno na společném rámu filtrační stanice. Filtrační jednotka odlučuje prachové částice ze vzduchu nasávaného dmyhadlem. V nádobě filtrační jednotky jsou umístěny kapsové PES filtry, které jsou v pravidelných intervalech čištěny tlakovým vzduchem z akumulátoru.

- *materiálové cyklony MC 20AK* – jsou umístěny na násypce vstřikovacího stroje nebo sušícího zařízení. Slouží k oddělení vzduchu od granulátu. Plášť je z nerezové oceli. Objem 20 litrů.

- *materiálové rozvody Js 38/50/60* – přímé materiálové rozvody mohou být z hliníkové slitiny nebo z nerezového materiálu, oblouky, odbočky a rychlospojky jsou nerezové.

Trubky jsou spojovány širokopásmovými sponami s těsněním. Spojení s materiálovými cyklony je provedeno plastovými trubkami.

15.7 Zpracování odpadů

Za odpad jsou považovány neshodné výrobky a studené vtoky, které se odstraňují z výstřiků před uložením do přepravních palet. Neshodné výrobky (např. výrobky vykazující vizuální vadu či rozměrovou neshodu) a odstraněné studené vtoky se ukládají do odpadkových košů, které jsou umístěny v blízkosti vstřikovacího stroje. Jako odpadkové koše se použijí plastové popelnice na kolečkách o objemu 240 litrů viz Příloha P XXI.

Průběžně se drtí tenké vtokové větve a neshodné výrobky menších rozměrů v pomaloběžných nožových mlýnech, kdy část recyklátu se může přisávat do základního granulátu, či jinak dále recyklovat.

Mletí rozměrných silnostěnných výstřiků, může zajišťovat externí firma vybavená mlýny potřebných rozměrů a výkonů.

Tab. 61. Produkce odpadů

<i>materiál</i>	<i>hmotnost vtoků [kg/h]</i>	<i>hmotnost neshodných výrobků [kg/h]</i>	<i>celková hmotnost odpadů za 1 h [kg/h]</i>	<i>celková hmotnost odpadů za 1 den [kg/den] ^{*)}</i>
PA 6	7,68	0,72	8,4	201,6
ABS	2,88	0,84	3,72	89,3
PA 6 / 30% SV	0	1,6	1,6	38,4
PC	0	3	3	72
PP / 40 % CaCO ₃	0	3	3	72

^{*)} hmotnost odpadu za 24 hodin nepřetržitého provozu

Pro každý materiál se použije jeden pomaloběžný nožový mlýn, který bude z praktických důvodů umístěn v blízkosti příslušného vstřikovacího stroje.

Z nabídky mlýnů od výrobců Rapid a A.M. se použije nožový mlýn od firmy A.M. NMS 200 x 200 o mlecím výkonu 20 až 60 kg/h. Slouží pro mletí silnostěnných vtoků, vtokových nálitků a robustních plastových dílů.

Rozměry a technické parametry zařízení viz Příloha P XIV.

15.8 Návrh manipulace s výrobky

Tab. 62. Základní údaje o výrobcích

výstřik č.	max. hmotnost [g]	max. rozměry [mm]	cílové pracoviště
1	100	100 x 100 x 50	sklad výrobků
2	100	100 x 100 x 50	sklad výrobků
3	200	200 x 200 x 50	montáž
4	200	200 x 200 x 50	sklad výrobků
5	800	300 x 300 x 100	montáž
6	1500	400 x 400 x 100	montáž
7	1500	400 x 400 x 100	montáž

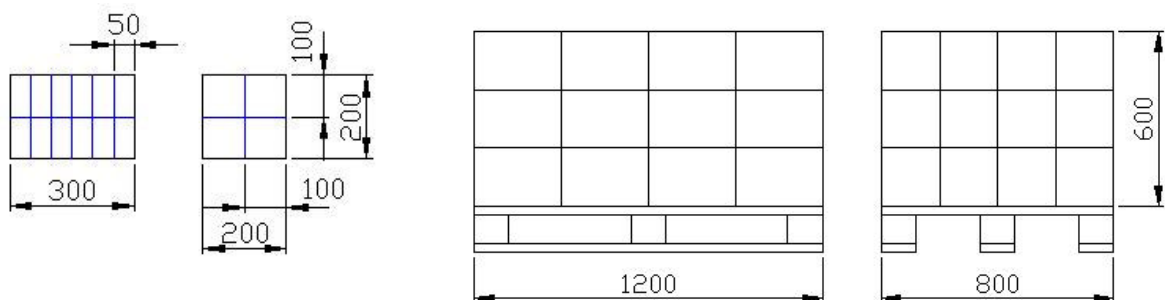
Volba základní manipulační jednotky:

Pro dopravu výrobků se použije dřevěná europaleta o půdorysných rozměrech

1200 x 800 mm.

15.8.1 Výrobky o hmotnosti 100g (100x100x50mm)

Výstřiky se budou ukládat do papírových krabic o rozměrech 300 x 200 x 200 mm, krabice chrání výrobky během dopravy před poškozením. Krabice se budou ukládat na europaletu po 48 kusech.



a)

b)

Obr. 23. a) Ukládání do krabic 100g, b) Ukládání krabic na europaletu

Tab. 63. Hmotnost přepravní jednotky (výrobek 100g)

maximální hmotnost výstřiku	g	100
maximální počet výstřiků v krabici		24
počet krabic na europaletě		48
počet výstřiků na europaletě		1152
hmotnost výstřiků na europaletě	kg	115,2
hmotnost europalety	kg	10
celková hmotnost přeprav. jednotky	kg	125,2

• Určení doby t_p naplnění 1 palety [h]:

počet výstřiků za 1 h	ks/h	144
počet výstřiků na 1 paletě	ks	1152

$$t_p = n_p / n = 1152 / 144 = \underline{8 \text{ h}} \quad (45)$$

n_p ... počet výstřiků na 1 paletě [ks]

n ... počet výstřiků vyrobených za 1 hodinu [ks/h]

Odvoz palet pro výrobky o hmotnosti 100g probíhá vždy po 8 hodinách. Hmotnost palety je 125,2 kg.

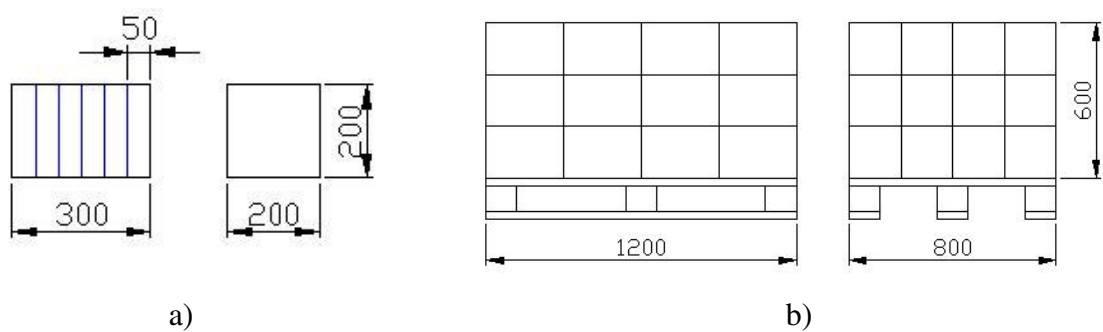
• Počet palet p za 1 den (24 hodin nepřetržitého provozu):

$$p = 24 / t_p = 24 / 8 = \underline{3 \text{ palety}} \quad (46)$$

t_p ... doba naplnění 1 palety [h]

15.8.2 Výrobky o hmotnosti 200g (200x200x50mm)

Výstříky se budou ukládat do papírových krabic o rozměrech 300 x 200 x 200 mm, krabice chrání výrobky během dopravy před poškozením. Krabice se budou ukládat na europaletu po 48 kusech.



Obr. 24. a) Ukládání do krabic 200g, b) Ukládání krabic na europaletu

Tab. 64. Hmotnost přepravní jednotky (výrobek 200g)

maximální hmotnost výstříku	g	200
maximální počet výstříků v krabici		6
počet krabic na europaletě		48
počet výstříků na europaletě		288
hmotnost výstříků na europaletě	kg	57,6
hmotnost europalety	kg	10
celková hmotnost přeprav. jednotky	kg	67,6

• Určení doby t_p naplnění 1 palety [h] (45):

počet výstříků za 1 h	ks/h	120
počet výstříků na 1 paletě	ks	288

$$t_p = n_p / n = 288 / 120 = \underline{2 \text{ h } 30 \text{ min}}$$

n_p ... počet výstříků na 1 paletě [ks]

n ... počet výstříků vyrobených za 1 hodinu [ks/h]

Odvoz palet pro výrobky o hmotnosti 200g probíhá vždy po 2,5 hodinách. Hmotnost palety je 67,6 kg.

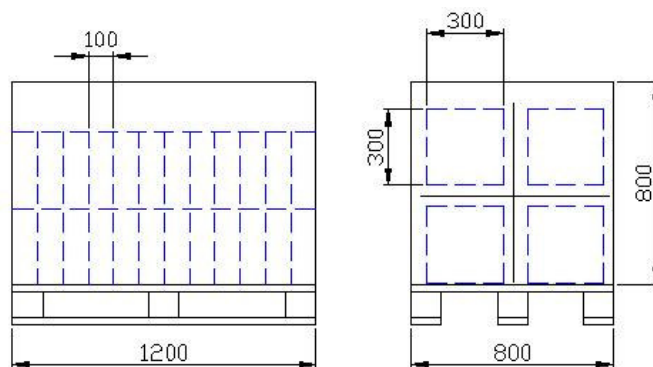
- Počet palet p za 1 den (24 hodin nepřetržitého provozu) (46):

$$p = 24 / t_p = 24 / 2,5 = 9,6 = \underline{10 \text{ palet}}$$

t_p ... doba naplnění 1 palety [h]

15.8.3 Výrobky o hmotnosti 800g (300x300x100mm)

Výstřiky se budou ukládat na europalety s boční nástavbou o výšce 800 mm, před poškozením se budou chránit vložením papírového kartonu mezi výstřiky.



Obr. 25. Ukládání výrobků 800 g na europaletu

Tab. 65. Hmotnost přepravní jednotky (výrobek 800g)

maximální hmotnost výstřiku	g	800
maximální počet výstřiků na europaletě		48
hmotnost výstřiků na europaletě	kg	38,4
hmotnost europalety s nástavbou	kg	15
celková hmotnost přeprav. jednotky	kg	53,4

- Určení doby t_p naplnění 1 palety [h] (45):

počet výstřiků za 1 h	ks/h	90
počet výstřiků na 1 paletě	ks	48

$$t_p = n_p / n = 48 / 90 = \underline{0,5 \text{ hod}}$$

n_p ... počet výstřiků na 1 paletě [ks]

n ... počet výstřiků vyrobených za 1 hodinu [ks/h]

Odvoz palet pro výrobky o hmotnosti 800g probíhá vždy po 0,5 hodinách. Hmotnost palety je 54,6 kg.

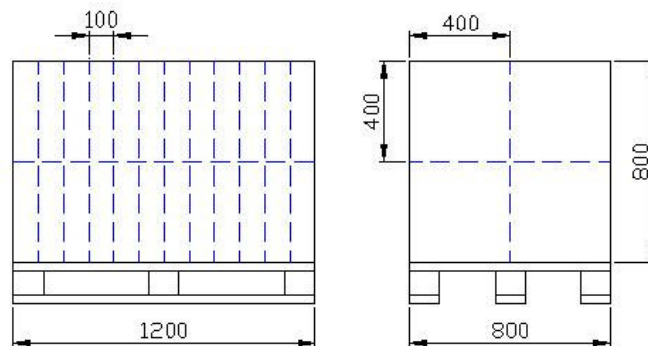
• Počet palet p za 1 den (24 hodin nepřetržitého provozu) (46):

$$p = 24 / t_p = 24 / 0,5 = \underline{48 \text{ palet}}$$

t_p ... doba naplnění 1 palety [h]

15.8.4 Výrobky o hmotnosti 1500g (400x400x100mm)

Výstřiky se budou ukládat na europalety s boční nástavbou o výšce 800 mm, před poškozením se budou chránit vložením papírového kartonu mezi výstřiky.



Obr. 26. Ukládání výrobků 1500 g na europaletu

Tab. 66. Hmotnost přepravní jednotky (výrobek 1500g)

maximální hmotnost výstřiku	g	1500
maximální počet výstřiků na europaletě		48
hmotnost výstřiků na europaletě	kg	72
hmotnost europalety s nástavbou	kg	15
celková hmotnost přeprav. jednotky	kg	87

• Určení doby t_p naplnění 1 palety [h] (45):

počet výstřiků za 1 h	ks/h	72
počet výstřiků na 1 paletě	ks	48

$$t_p = n_p / n = 48 / 72 = \underline{0,67 \text{ hod} = 40 \text{ min}}$$

n_p ... počet výstřiků na 1 paletě
 n ... počet výstřiků vyrobených za 1 hodinu

Odvoz palet pro výrobky o hmotnosti 1500g probíhá vždy po 40 minutách. Hmotnost palety je 87 kg.

• Počet palet p za 1 den (24 hodin nepřetržitého provozu) (46):

$$p = 24 / t_p = 24 / 0,67 = 35,8 = \underline{36 \text{ palet}}$$

t_p ... doba naplnění 1 palety [h]

15.8.5 Návrh manipulačního prostředku

maximální hmotnost přepravní jednotky	kg	125,2
nejkratší doba mezi odvozem palet	h	0,5

Pro přepravu palet se použije ruční paletový vozík. Z nabídky paletových vozíků firmy Armani, Linde, Toyota, Yale, Man – tech, Kovo Cheb se použije paletový vozík od firmy, Kovo Cheb (Příloha P XX) z důvodu širokého výběru a nízkých pořizovacích nákladů.

15.8.6 Minimální šířka dopravní komunikace pro dopravu břemen

Šířku dopravního pásu pro obousměrnou dopravu se určí dle vztahu (5) takto:

$$d_1 = a + 1200$$

a ... šířka břemene, uvažujeme větší rozměr - paletu umístěnou napříč ($a=1200\text{mm}$)

po dosazení do (5) je šířka dopravní komunikace:

$$d_1 = a + 1200 = 1200 + 1200 = \underline{2400 \text{ mm}}$$

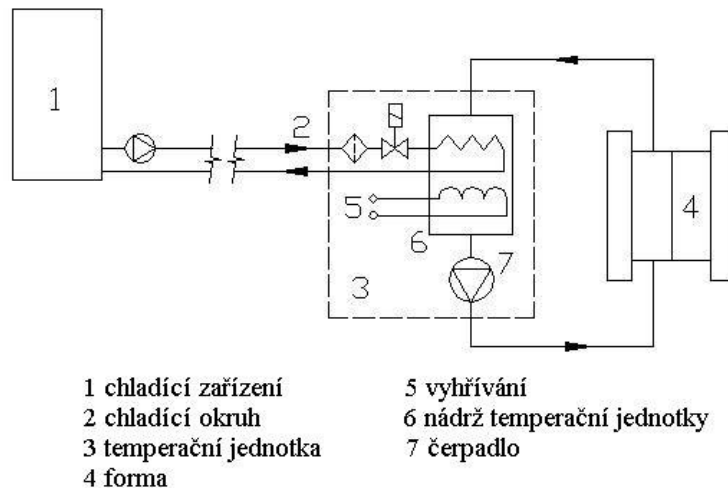
15.9 Chladicí okruh

Chladicí okruh vstřikovny plastů zajišťuje chlazení veškerých zařízení, které při svém provozu produkují teplo, jež je nutno odvádět. Nejdůležitějším zařízením, které je nutno chladit při vstřikování plastů je forma. Forma je vytemperovaná na provozní teplotu, která se pro většinu termoplastů pohybuje kolem 50 až 100 °C. Při vstříknutí roztaveného plastu do dutiny formy, je nutno materiál ochladit v požadovaném čase na provozní teplotu, aby bylo možno výstřik bezpečně vyhodit z formy.

Temperační jednotka obstarává veškeré teplotní změny teplonosné kapaliny, která proudí v kanálech formy. Při zavádění výroby vytemperuje formu na provozní teplotu a během výroby ji na provozní teplotě udržuje.

Chladicí okruh působí na chlazení formy nepřímo, tzn. že chladicí kapalina chladí teplonosnou látku v temperační jednotce a tato pak ochlazuje výstřik ve formě.

Na obrázku (Obr. 27) je uvedeno zjednodušené schéma chlazení beztlakovou temperační jednotkou.



Obr. 27. Schéma chlazení formy

Při projektování chladicího okruhu vstříkovny je možno použít dvou základních principů chladících okruhů. Je to otevřený a uzavřený chladicí okruh.

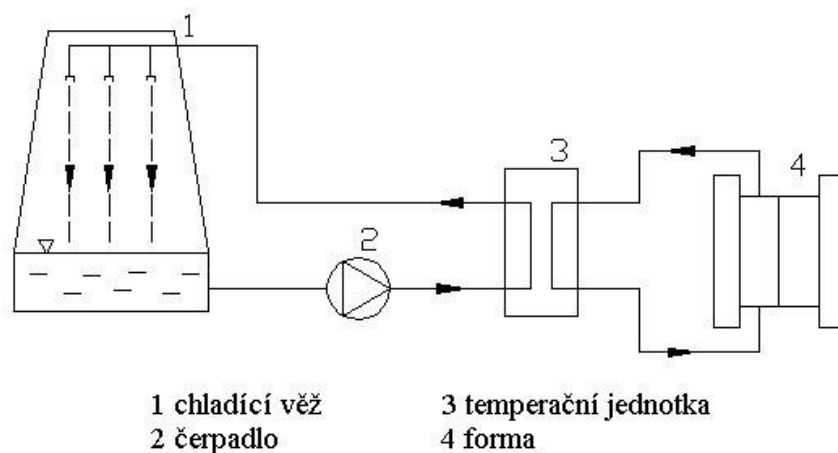
15.9.1 Otevřený chladicí okruh

Otevřený chladicí okruh pracuje při atmosférickém tlaku a chladicí kapalina je čerpadlem dopravována do chladicí věže, kde volně stéká po stěnách a odevzdává teplo okolnímu vzduchu. Tento princip je účinný zejména v zimním období při nízké teplotě vzduchu, kdy je výraznější chladicí účinek. V letním období je teplota vzduchu vyšší a tím klesá účinek chladicí věže.

Proto se používají chladicí zařízení pracující na principu otevřeného okruhu. Jedná se většinou o polypropylenové nádoby na jejichž stěny je tryskami rozstříkována chladicí kapalina a ventilátor umístěný na víku nádoby nasává dolními otvory vzduch a vytváří tak proudící sloupec vzduchu, který i v letním období intenzivně odebírá teplo chladicí kapalině.

Hlavní nevýhodou otevřených chladících okruhů je znečištění chladicí kapaliny, které může být způsobeno vlivy vnějšího prostředí (pyl, prachové částice, saze v ovzduší apod.).

Zjednodušené schéma otevřeného chladícího okruhu je uvedeno na obrázku (Obr. 28).



Obr. 28. Otevřený chladící okruh

15.9.2 Uzavřený chladící okruh

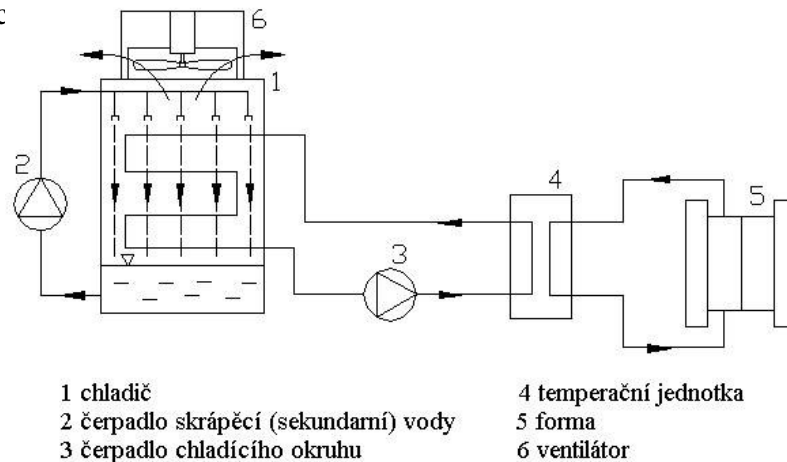
Uzavřený chladící okruh pracuje při zvýšeném tlaku, který způsobuje dopravní čerpadlo. Chladicí kapalina obíhá v uzavřeném obvodu a nepřichází do přímého styku s okolním prostředím.

Používají se speciální chladicí zařízení umístěné mimo výrobní prostory.

Při provozu těchto zařízení v zimních měsících je v činnosti primární okruh kde dochází k přestupu tepla z chladicí kapaliny přes stěny potrubí výměníku tepla přímo do proudícího okolního vzduchu. Toto platí při nízkých teplotách okolního vzduchu. V letních měsících, kdy je teplota okolního vzduchu příliš vysoká a k ochlazení chlazené kapaliny nepostačuje pouze cirkulace přes trubkovnici, je uvedeno do provozu sprchování trubkovnice (sekundární okruh). Teplo je při použití sprchování trubkovnice výměníku tepla přenášeno z kapaliny přes stěny potrubí do skrápěcí vody, která je rovnoměrně rozstříkována na trub-

ky výměníku tepla. V horní části chladiče je umístěn ventilátor, který proti směru skrápěcí vody nasává vzduch do chladiče. Tímto způsobem dochází k absorpci tepla ze skrápěcí vody sekundárního okruhu do proudícího vzduchu. Teplo je proudícím vzduchem odváděno ventilátorem ven z chladiče. Skrápěcí voda stéká po trubkách (část se jí odpařuje do proudícího vzduchu) do záchytné vany chladiče, odkud je opět nasávána čerpadlem do rozvodu vody a proudí zpět ke tryskám.

Výhodou uzavřeného chladicího okruhu je stálá čistota chladí kapaliny (nepřichází do styku s okolním vzduchem), vyšší účinnost oproti otevřenému okruhu, naproti tomu vyžaduje vyšší pořizovac



Obr. 29. Uzavřený chladicí okruh

15.9.3 Návrh chladicího okruhu vstříkovny

Volba druhu chladicího okruhu

Pro chlazení forem uvažujeme s uzavřeným chladicím okruhem. Důvodem je lepší účinnost chlazení v letním období, kdy je vysoká teplota okolního vzduchu, nedochází ke znečištění chladicí kapaliny vlivem okolního prostředí. Uzavřený okruh vykazuje také menší ztráty chladicí kapaliny během provozu, protože nedochází k tak intenzivnímu odpařování jako u otevřeného okruhu.

V zimním období je navíc možno využít teplého vzduchu odsávaného ventilátorem k vytápění výrobní haly.

Vypočítané výkonové parametry

Tab. 67. Chladicí výkony temperačních jednotek

<i>výrobní systém č. (výstřik č.)</i>	<i>vypočítaný chladicí výkon temperační jednotky [kW]</i>	<i>minimální potřebný celkový chladicí výkon [kW]</i>
1	1,84	39,25
2	1,22	
3	3,06	
4	2,03	
5	8,1	
6	10	
7	13	

Vypočítané výkonové parametry považujeme za minimální potřebné hodnoty chladících výkonů. Pro návrh chladicího okruhu budeme uvažovat maximální chladicí výkonové parametry temperačních jednotek udané výrobcem viz. tabulka (Tab. 68.).

Tab. 68. Parametry temperačních jednotek

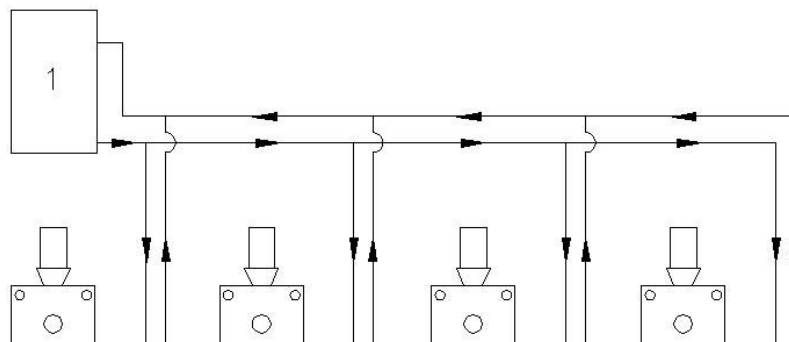
<i>výrobní systém č. (výstřik č.)</i>	<i>temperační jednotka</i>	<i>max.chladicí výkon [kW]</i>	<i>celkový chladicí výkon [kW]</i>
1	Regloplas 90 Smart	24	179
2	Regloplas 90 Smart	24	
3	Regloplas 90 Smart	24	
4	Regloplas 90 Smart	24	
5	Regloplas 90 Smart	24	
6	Regloplas P 140 M	35	
7	Regloplas 90 Smart	24	

Při návrhu chladicího zařízení uvažujeme maximální chladicí výkon temperačních jednotek (stav při 100% chladicím výkonu jednotek).

Z důvodu tepelných ztrát a také možným rozšířením výroby, tzn. zavedením dalších vstřikovacích strojů do výrobního procesu, je vhodné celkový chladicí výkon zařízení navýšit o cca 40 % na 250 kW. Procento navýšení závisí na plánovaném rozšíření výroby, resp. na počtu nově zavedených vstřikovacích strojů. Je možno použít mikrochladiče s uzavřeným systémem příslušného výkonu od firmy Chladicí věže Praha, a.s. viz Příloha P XVII.

Schéma chladicího okruhu – propojení strojů

Paralelní zapojení zaručuje pro každou temperační jednotku přibližně stejnou vstupní teplotu chladicí kapaliny.



Obr. 30. Schéma chladicího okruhu

15.10 Sklad forem

15.10.1 Základní údaje výroby

- počet vstřikovacích strojů = 7
- základní výrobní sortiment tvoří 7 druhů výrobků
- výhledově je plánováno vyrábět na každém vstřikovacím stroji další dva druhy výrobků => dalších 14 druhů výrobků, tedy celkem je zapotřebí skladovací prostor pro 21 forem

15.10.2 Rozměry a hmotnosti forem

Tab. 69. Formy základní výroby

<i>max. rozměry formy [mm]</i>	<i>max. hmotnost [kg]</i>	<i>počet kusů [ks]</i>
570 x 570 x 550	do 1500	4
720 x 720 x 700	do 3000	3

Tab. 70. Formy výhledově plánované výroby

<i>max. rozměry formy [mm]</i>	<i>max. hmotnost [kg]</i>	<i>počet kusů [ks]</i>
300 x 300 x 300	do 300	8
500 x 500 x 500	do 1000	3
720 x 720 x 700	do 3000	3

15.10.3 Způsob skladování forem

Tab. 71. Skladování forem

<i>hmotnost formy [kg]</i>	<i>počet forem</i>	<i>způsob skladování</i>
do 300	8	v ocelových regálech
od 300 do 3000	13	na paletě na zemi

Pro skladování forem o hmotnosti od 300 do 1000 kg se použijí dřevěné palety o půdorysném rozměru 1200 x 800 mm, uložené na podlaze. Pro formy od 1000 do 3000 kg se použijí speciální kovové palety o rozměrech 1200 x 800 mm.

Formy o hmotnosti do 300 kg se skladují ve svařovaných ocelových regálech příslušné nosnosti. Regály jsou umístěny nad paletami forem 300 až 3000 kg.

15.10.4Přibližné určení skladovací plochy

Minimální velikost potřebné skladovací plochy určíme podle počtu palet určených pro skladování forem o hmotnosti 300 až 3000 kg. Palety jsou uloženy na zemi, proto musíme zajistit příslušnou podlahovou plochu. Formy do 300 kg budou uloženy v regálech nad paletami.

- Půdorysná plocha S_j skladovací jednotky (palety) [m^2]:

$$S_j = a_j \cdot b_j = 1,2 \cdot 0,8 = \underline{0,96 \text{ m}^2} \quad (47)$$

a_j ... délka skladovací jednotky (palety) [m]

b_j ... šířka skladovací jednotky (palety) [m]

- Minimální potřebná skladovací plocha S_s [m^2]:

$$S_s = n_f \cdot S_j = 13 \cdot 0,96 = \underline{12,5 \text{ m}^2} \quad (48)$$

n_f ... počet forem uložených na paletách

S_j ... půdorysná plocha skladovací jednotky (palety) [m^2]

Ke skladovací ploše S_s je nutno přičíst ještě plochu pro obslužné účely – dopravní uličku pro přepravní zařízení (např. vozík). Uvažujme uličku o šířce $d_1 = 2400$ mm.

15.10.5Způsob manipulace s formami

Ze skladu forem budou formy převáženy na paletovém vozíku do vstřikovny, kde budou pomocí pojezdového (mostového) jeřábu přeneseny přímo ke vstřikovacímu stroji, zde bude provedena montáž formy na stroj.

Pro formy o hmotnosti do 1500 kg (stroje 250 cm³) se použije jeřáb o nosnosti 2000kg.

Pro formy o hmotnosti do 3000 kg (stroje 1000 a 2000 cm³) se použije jeřáb o nosnosti 5000kg.

Stroje musí být proto umístěny ve výrobní hale podle hmotnosti forem, tak aby jeden jeřáb dané nosnosti byl schopen obsloužit všechny vstřikovací stroje s příslušnou hmotností forem.

15.11 Montážní pracoviště

Na základě diagramu technologického postupu na obrázku (Obr. 17), je u výrobků č. 3, 5, 6, 7 prováděna montážní operace. Charakter montážní operace nebyl zadavatelem projektu blíže specifikován.

Zadavatel projektu doporučuje volit velikost montážní plochy 100 až 150 m², při návrhu bude proto uvažována horní hranice, tj. 150 m².

Montáž budou provádět osoby tělesně postižené, tj. osoby pohybující se na invalidním vozíku. Proto je nutno volit více prostoru na pracovišti a taktéž zajistit bezbariérovost veškerých prostor pro pohyb pracovníků. Sociální prostory (šatny, umývárny, WC) musí být taktéž přizpůsobeny potřebám osobám tělesně postiženým.

15.12 Sklad výrobků

Výrobky se budou skladovat v expedičním skladu, kde bude probíhat balení výrobků a jejich příprava na expedici.

Z vyráběného sortimentu 7 druhů výrobků budou 3 druhy přepravovány z výroby přímo do skladu. Další 4 druhy výrobků budou dopravovány na montážní pracoviště, kde bude probíhat příslušná montážní operace. Odtud budou výrobky dopravovány do expedičního skladu.

Základní přepravní a skladovací jednotkou je europaleta o půdorysných rozměrech 1200 x 800 mm.

15.12.1 Vstupní údaje pro skladování

Příslušné hodnoty jsou získané na základě návrhu manipulace s výrobky (kapitola 15.8.).

Tab. 72. Počet palet vstupujících do skladu

výstřik č.	hmotnost výstřiku [g]	hmotnost 1 přepravní jednotky (paleta včetně výrobků) [kg]	počet palet vstupujících do skladu za 1 den [ks/den]
1	100	152,2	3
2	100	152,2	3
3	200	67,6	10
4	200	67,6	10
5	800	53,4	48
6	1500	87	36
7	1500	87	36
počet palet celkem [ks/den]			146

15.12.2 Přibližné určení skladovací plochy A_G^e

Skladovací plocha (A_G^e) – půdorysná plocha skladovacích prostředků je ta část vlastní skladovací plochy, kterou zabírají skladované výrobky (např. půdorysné plochy naložených palet).

Vyprazdňování expedičního skladu bude probíhat minimálně dvakrát za den (24 hodin nepřetržitého provozu).

Potřebnou skladovací plochu A_G^e určíme jako součet půdorysných ploch všech palet vstupujících do skladu během 24 hodin.

- Půdorysná plocha S_j skladovací jednotky (palety) [m^2] (47):

$$S_j = a_j \cdot b_j = 1,2 \cdot 0,8 = \underline{0,96 \text{ m}^2}$$

a_j ... délka skladovací jednotky (palety) [m]

b_j ... šířka skladovací jednotky (palety) [m]

- Minimální potřebná skladovací plocha A_G^e [m^2]:

$$A_G^e = n_c \cdot S_j = 146 \cdot 0,96 = \underline{140,2 \text{ m}^2} \quad (49)$$

n_c ... celkový počet palet za 1 den [ks/den]

S_j ... půdorysná plocha skladovací jednotky (palety) [m^2]

Ke skladovací ploše A_G^e je nutno přičíst ještě plochy pro obslužné účely – dopravní uličky pro přepravní zařízení (např. vozík). Uvažujme uličku o šířce $d_1 = 2400$ mm.

Výslednou celkovou hlavní skladovací plochu A^e je možno volit např. o 40% větší než skladovací plocha A_G^e , tj.:

$$A^e = 1,4 \cdot A_G^e = 1,4 \cdot 140,2 = 196,3 = \underline{200 \text{ m}^2} \quad (50)$$

15.13 Detailní dispozice

Pro kreslení detailních dispozic se použije měřítko 1 : 250, s ohledem na doporučené měřítko 1 : 100, případně 1 : 200.

Při počítačovém zpracování bude výhodnější použít nestandardní měřítko 1 : 250 z důvodu lepšího využití formátu výkresu, při zachování přehlednosti jednotlivých detailů.

15.13.1 Základní budova vstříkovny

Jako výrobní hala, tzn. budova pro umístění strojů, se použije stávající objekt bývalého skladu a kotelny, který projde příslušnou stavební úpravou tak, aby splňoval veškeré podmínky pro účely plastikářské výroby. Jako hlavní úprava z pohledu technologického, bude nutné vybudovat nosné sloupy jeřábových pojezdů. Cílem práce není řešit úpravy objektu ze stavebního hlediska. Budou pouze respektovány základní rozměry a charakter budovy. Hrubý náčrt budovy viz příloha P XXII, výkres č. DP 01

15.13.2 Rozmístění obslužných pracovišť

Obslužná pracoviště vstříkovny jako sklad materiálu, sklad forem, montážní pracoviště, sklad výrobků atd. jsou rozmístěny tak, aby toto rozmístění vyhovovalo z hlediska příznivého materiálového toku, co nejkratších dopravních tras, optimálního využití ploch atd.

Prostory pro obslužná pracoviště budou řešeny přístavbou ke stávající výrobní hale. Základní hrubá dispozice vstříkovny včetně obslužných pracovišť viz příloha P XXIII, výkres č. DP 02.

15.13.3 Rozmístění strojů a zařízení (varianta č.1)

Rozmístění strojů je provedeno s ohledem na velikost a rozměry strojů, hmotnost forem, a způsob dopravy materiálu.

Stroje č. 5, 6, 7 jsou umístěny v nejvyšší části výrobní haly z důvodu jejich stavební výšky a hmotnosti používaných forem. V hale je nutno umístit mostový jeřáb o nosnosti 5000 kg pro manipulaci s formami, proto je nutno volit vyšší halu, která zaručí prostor pro umístění a funkci jeřábu.

Stroje č. 1, 2, 3, 4 jsou umístěny v nižší části výrobní haly. Výška strojů vůči výšce stropu umožní použít lehčí závěsný jeřáb o nosnosti 2000 kg pro manipulaci s formami. Rozmístění strojů a zařízení (varianta č.1) viz příloha P XXIV, výkres č. DP 03.

15.13.4 Rozmístění strojů a zařízení (varianta č.2)

Rozmístění strojů je podobné jako u varianty č.1 viz kapitola 15.13.3, s tím rozdílem, že veškeré stroje jsou přesunuty k protější stěně než u předchozí varianty. Důvodem je přesunutí dopravní uličky blíže k navazujícím obslužným pracovištím. Tímto se docílí kratších dopravních tras, tzn. rychlejší přepravu do místa určení. Rozmístění strojů a zařízení (varianta č.2) viz příloha P XXV, výkres č. DP 04.

15.13.5 Energetické rozvody

Hlavními energiemi důležitými pro chod strojů a zařízení jsou především elektrická energie, chladící kapalina a stlačený vzduch.

Elektrická energie je přiváděna od rozvaděče pomocí příslušných kabelů ke strojům. Rozvody jsou přes výrobní halu vedeny po stěně, v místě strojů jsou svedeny do drážek (ener-

gokanáľů) v podlaze. Energokanáľy jsou chráněny příslušným krytím, musí být vždy přístupné, nesmí být překryté žádným stacionárním zařízením. U každého stroje na stěně budou tři zásuvky 400V/50Hz a tři 230V/50Hz, sloužící pro připojení přídavných zařízení.

Rozvody chladicí kapaliny jsou řešeny podobným způsobem jako rozvody elektrické energie. Chladicí kapalina je přiváděna potrubím k temperačním jednotkám.

Stlačený vzduch je rozváděn potrubím po stěně, v místech strojů jsou umístěny rychlospojky pro připojení tlakové hadice. Tlakový vzduch je používán např. pro zajištění chodu různých pneumatických členů, ovládacích prvků nebo pro čištění (ofukování). Rozvodové potrubí musí být natřeno modrou barvou.

Přesná pozice vývodů příslušných energetických přípojek je znázorněna na výkrese č. DP 06 viz. příloha P XXVII.

16 NÁVRH MATERIÁLOVÝCH TOKŮ

16.1 Základní údaje materiálového toku výrobních systémů

Tab. 73. Základní údaje materiálového toku

Výrobní systém č. 1		
maximální hmotnost výstřiku	g	100
materiál výstřiku		PA 6
spotřeba materiálu za 1 hodinu	kg/h	14,4
hmotnost odpadu za 1 hodinu	kg/h	3,12
hmotnost výrobků za 1 hodinu	kg/h	11,28
Výrobní systém č. 2		
maximální hmotnost výstřiku	g	100
materiál výstřiku		ABS
spotřeba materiálu za 1 hodinu	kg/h	14,4
hmotnost odpadu za 1 hodinu	kg/h	3,12
hmotnost výrobků za 1 hodinu	kg/h	11,28
Výrobní systém č. 3		
maximální hmotnost výstřiku	g	200
materiál výstřiku		PA 6
spotřeba materiálu za 1 hodinu	kg/h	24
hmotnost odpadu za 1 hodinu	kg/h	5,28
hmotnost výrobků za 1 hodinu	kg/h	18,72
Výrobní systém č. 4		
maximální hmotnost výstřiku	g	200
materiál výstřiku		ABS
spotřeba materiálu za 1 hodinu	kg/h	24
hmotnost odpadu za 1 hodinu	kg/h	0,6
hmotnost výrobků za 1 hodinu	kg/h	23,4
Výrobní systém č. 5		
maximální hmotnost výstřiku	g	800
materiál výstřiku		PA 6 / 30% SV
spotřeba materiálu za 1 hodinu	kg/h	72
hmotnost odpadu za 1 hodinu	kg/h	1,6
hmotnost výrobků za 1 hodinu	kg/h	70,4
Výrobní systém č. 6		
maximální hmotnost výstřiku	g	1500
materiál výstřiku		PC
spotřeba materiálu za 1 hodinu	kg/h	108
hmotnost odpadu za 1 hodinu	kg/h	3
hmotnost výrobků za 1 hodinu	kg/h	105
Výrobní systém č. 7		
maximální hmotnost výstřiku	g	1500
materiál výstřiku		PP / 40% CaCO ₃
spotřeba materiálu za 1 hodinu	kg/h	108
hmotnost odpadu za 1 hodinu	kg/h	3
hmotnost výrobků za 1 hodinu	kg/h	105

16.2 Znázornění materiálových toků

Vyjádření materiálového toku bude zpracováno graficky formou Sankeyova diagramu. Měřítko je stejné jako u detailních dispozic, tj. 1 : 250. Šířka čáry vyjadřuje hmotnostní průtok materiálu, tj. počet kg materiálu za 1 hodinu.

Sankeyův diagram je zpracován pro obě varianty způsobu rozmístění strojů, viz. příloha P XXVIII a P XXIX, výkres č. DP 07, DP 08.

17 EKONOMICKÁ ANALÝZA NAVRŽENÉHO PROJEKTU

17.1 Náklady na stroje a zařízení

Tab. 74. Náklady na stroje a zařízení

<i>stroj - zařízení</i>	<i>počet ks</i>	<i>cena/ks [Kč]</i>	<i>pořizovací cena zařízení [Kč]</i>
Arburg Allrounder 720 S 3200 - 3200	2	5 646 000	11 298 000
Arburg Allrounder 720 S 3200 - 2100	1	5 061 000	5 061 000
Arburg Allrounder 570 A 2000 - 400	4	4 146 000	16 584 000
Manipulátor Arburg Multilift V/H	3	1 560 000	4 680 000
Sušicí zařízení A.M. MAGUIRE LPD-12	2	375 000	750 000
Sušicí zařízení A.M. MAGUIRE LPD-22	5	490 000	2 450 000
Temperační zařízení Regloplas 90 Smart	6	33 000	198 000
Temperační zařízení Regloplas P 140 M	1	40 000	40 000
Filtrační stanice A.M. FS 3	1	35 000	35 000
Sací jednotka A.M. SJD-M-05AK	2	20 000	40 000
Materiálová cyklona A.M. MC 20AK	10	21 000	210 000
Nožový mlýn A.M. NMS 200x200	5	121 000	605 000
Chladicí zařízení	1	3 500 000	3 500 000
Kompresorovna	1	1 200 000	1 200 000
Mostový jeřáb SOKOMAX-MJ-2t/10m	1	625 000	625 000
Závěsný jeřáb SOKOMAX-MJ-5t/15m	1	747 000	747 000
Paletový vozík OCRR 2002 C	2	9 000	18 000
Plastová popelnice 240 litrů	7	2 000	14 000
celkem [Kč]			48 055 000

Veškeré ceny jsou uvedené bez DPH. Ceny jsou získané od dodavatelů jednotlivých zařízení, platné pro rok 2006.

Náklady na stavební úpravy, případně náklady na výstavbu nové haly, jakož i veškeré montážní práce nebudeme z ekonomického hlediska analyzovat, jelikož neznáme jejich přesný rozsah a nejsme schopni určit charakter a složitost stavebních úprav.

17.2 Přibližná spotřeba elektrické energie výrobních zařízení

Tab. 75. Spotřeba elektrické energie výrobních zařízení

<i>stroj - zařízení</i>	<i>příkon [kW]</i>	<i>počet zařízení</i>	<i>celkový příkon [kW]</i>
Arburg Allrounder 720 S 3200 - 3200	96,2	2	192,4
Arburg Allrounder 720 S 3200 - 2100	88,9	1	88,9
Arburg Allrounder 570 A 2000 - 400	60	4	240
Manipulátor Arburg Multilift V/H	od stroje	3	napojen ke stroji
Sušicí zařízení A.M. MAGUIRE LPD-12	7	2	14
Sušicí zařízení A.M. MAGUIRE LPD-22	7,7	5	38,5
Temperační zařízení Regloplas 90 Smart	9,5	6	57
Temperační zařízení Regloplas P 140 M	12,75	1	12,75
Filtrační stanice A.M. FS 3	4	1	4
Sací jednotka A.M. SJD-M-05AK	0,85	2	1,7
Nožový mlýn A.M. NMS 200x200	3	5	15
Chladicí zařízení (ventilátor + čerpadlo)	14	1	14
Kompresorovna	10	1	10
Závěsný jeřáb SOKOMAX-MJ-2t/10m	0,5	1	0,5
Mostov5 jeřáb SOKOMAX-MJ-2t/15m	0,5	1	0,5
příkon celkem [kW]			694,55

18 DISKUSE VÝSLEDKŮ

Cílem diplomové práce bylo vypracovat návrh technologického řešení vstříkovny plastů, na základě zadaných základních požadavků.

Výrobní hala, tj. budova určená pro umístění strojů, byla zadavatelem projektu zvolena jako bývalý objekt kotelny a skladu. Zmíněný objekt projde stavební úpravou takového rozsahu, aby tyto prostory vyhovovaly pro účely plastikářské výroby. V návrhu technologického řešení pracovišť bylo uvažováno pouze se základními rozměry budovy. Prostory pro pomocná a obslužná pracoviště jsou řešena jako přístavba ke stávající výrobní hale. Rozsah a charakter stavebních úprav nebyl náplní této diplomové práce.

Kapacitní výpočet byl proveden zvlášť pro každý výrobek, tj. pro každý výstřik byla určena materiálová bilance (spotřeba materiálu, počet výstřiků za časovou jednotku). Předpokládaná neshodnost byla 2 % z produkce u každého výrobku. Na základě tohoto, byla určena u každého druhu výrobku produkce odpadů, vyjádřená jako hmotnost za časovou jednotku. Kromě neshodných výrobků jsou do odpadu započítávány také studené vtoky.

Jako základní výrobní zařízení, tj. vstříkovací stroje byly zvoleny stroje od výrobce ARBURG. Důvodem je výhodnost z hlediska technických parametrů (teoretický vstříkovací objem, uzavírací síla, rozměry formy) a široká nabídka příslušenství. Pro výstřiky o hmotnosti 800 g až 1500 g se použije přídatný manipulátor ARBURG Multilift V.

Pro sušení materiálů se použijí sušárny typu LPD (Low Pressure Dryer), tzn. systém sušení při nižším tlaku než tlak atmosférický. Dle údajů výrobce A.M. spol. s.r.o. se doba sušení pohybuje pro většinu materiálů kolem 30 minut a náklady na energie jsou oproti sušení suchým vzduchem o 70 až 80 % nižší.

Temperační jednotky, které udržují provozní teplotu forem a zároveň obstarávají chlazení jsou od výrobce REGLOPLAS. Teplonosná kapalina je voda a je použit jak beztlakový systém do 90°C, tak tlakový do 140°C.

Odpady ve formě odstraněných studených vtoků či neshodných tenkostěnných výrobků budou zpracovávány mletím v nožových mlýnech, které budou k dispozici u vstříkovacího stroje zpracovávajícího daný druh plastu. Nožové mlýny jsou od výrobce A.M. spol. s.r.o. typ NMS 200 x 200 o mlecím výkonu 20 až 60 kg/h.

Doprava materiálu (granulátu) je prováděna pneumatickým způsobem, tzn. podtlakovým systémem, kdy je granulát nasáván a potrubím dopravován do místa určení. Materiály PA 6 a ABS jsou uskladněny v oktabinách, jsou nasávány sacími jednotkami A.M. SJD-M-05AK a dopravovány do sušících zařízení. Jelikož je spotřeba těchto materiálů relativně malá, použilo se proto vnitřního zásobování, které sice klade nároky na skladovací plochu, ale z hlediska dopravy materiálu je jednodušší než vnější zásobování. Pro materiály

PA 6 / 30%SV, PC a PP / 40% CaCO₃ se použije vnějších zásobníků, jelikož je zde vyšší spotřeba materiálu, což by vyžadovalo velké prostory pro skladování oktabin, případně pytlů s granulátem.

Při návrhu chladicího okruhu vstřikovny bylo uvažováno se dvěma základními druhy chladicích okruhů, a to s uzavřeným chladicím okruhem a otevřeným chladicím okruhem. Pro vstřikovnu bude použit chladicí systém s uzavřeným okruhem oproti otevřenému systému má lepší účinnost chlazení v letním období, kdy je vysoká teplota okolního vzduch, nedochází zde ke znečištění chladicí kapaliny vlivem okolního prostředí. Uzavřený chladicí okruh vykazuje také menší ztráty chladicí kapaliny vlivem odpařování. V zimním období, je navíc možno využít teplého vzduchu odsávaného ventilátorem z chladicího zařízení k vytápění výrobní haly.

Základní rozmístění pracovišť je provedeno v závislosti na technologickém postupu výroby, je brán ohled na materiálový tok, tzn. tak, aby byl co nejpříznivější, bez protisměrného toku či křížení. Plocha výrobní haly 1 (300m²) a haly 2 (450m² z toho 354m² pro výrobní účely) je dána rozměry stávající budovy a požadavek zadavatele projektu je, rozmístit výrobní stroje do těchto prostor. Pomocná a obslužná pracoviště jsou umístěna v přístavbě ke stávající budově. Montážní pracoviště má plochu 150 m², což byl požadavek zadavatele projektu. Navazujícím pracovištěm je sklad výrobků a balení, jehož plocha byla přibližně určena na základě počtu skladovacích jednotek vstupujících za den. Přestože nemáme dosud k dispozici žádné podrobné logistické údaje týkající se např. frekvence vyprazdňování skladu, budeme považovat plochu tohoto skladu (200m²) za dostačující. V případě rozšíření výroby, by bylo nutno taktéž uvažovat o změně velikosti skladovací plochy.

Základní rozmístění pracovišť je znázorněno na výkrese č. DP 02, Příloha P XXIII.

Při návrhu rozmístění strojů a zařízení byly vypracovány dvě varianty. Obě vychází ze stejného předpokladu, že je nutno brát ohled na velikost a rozměry strojů, hmotnost použitých forem a způsob dopravy materiálu. Stroje č.1, 2, 3, 4 jsou umístěny v hale 2 z důvodu jejich stavební výšky. Tím je možno použít závěsný jeřáb o nosnosti 2000 kg pro manipulaci s formami. Stroje č. 5, 6, 7 musely být umístěny do haly 1, z důvodu jejich rozměrů a použitých manipulátorů, jež potřebují větší prostor, co se týče výšky stropu. Je nutno zde navíc použít mostový jeřáb o nosnosti 5000 kg pro manipulaci s formami, proto je nutno zajistit dostatečný prostor nad stroji. Samotné rozmístování strojů se provedlo dle principu výpočtu náhradní plochy viz kapitola 7.5.3, tzn. že kolem strojů byly zachovány doporučené vzdálenosti.

Varianta č.1 viz výkres č. DP 03, Příloha P XXIV ukazuje rozmístění strojů, zařízení a dalších pomocných prostor a ploch.

Varianta č.2 zobrazená na výkrese č. DP 04, Příloha P XXV vychází z varianty č.1, s tím rozdílem, že všechny stroje byly posunuty k protější stěně výrobní haly. Dopravní ulička se takto přesune blíže k navazujícím pracovištím, tím se dosáhne zkrácení dopravní trasy, čímž se zkrátí také doba manipulace s výrobky.

Pro obě varianty rozmístění strojů byly taktéž zpracovány Sankeyovy diagramy materiálových toků, z nichž plyne jednoznačná výhodnost varianty č.2, jelikož toto rozmístění dává příznivější průběh materiálových toků, stejně tak dopravní trasy jsou kratší. Za konečné řešení prostorového uspořádání budeme považovat uspořádání dle varianty č.2.

Náklady na pořízení strojů a zařízení byly orientačně vyčísleny na 48 055 000 Kč bez DPH. Ekonomická analýza nebyla zpracována podrobně, jelikož do dnešní doby nejsou známy podrobné údaje o cenách výrobků. Nejsme proto schopni určit návratnost vynaložených nákladů.

ZÁVĚR

V diplomové práci byla vypracována literární rešerše týkající se problematiky vstřikování plastů s návazností na technologické projektování. Teoretická část zahrnuje všeobecné poznatky o způsobu zpracování technologického projektu.

V praktické části byl zpracován návrh technologického řešení konkrétní vstřikovny plastů. Bylo navrženo vybavení vstřikovny, rozmístění strojů a dalších pracovišť. Pozornost byla věnována především, samotné výrobní hale, tzn. že ostatní pracoviště byla navržena jen okrajově, z důvodu rozsahu diplomové práce a do dnešní doby neznámých údajů nutných pro detailní zpracování. Podrobné řešení způsobu skladování výrobků, pracovního prostředí, bezpečnosti práce, požární ochrany atd., může být námětem další diplomové práce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Milo, P.: Technologické projektovanie v praxi, Bratislava, Alfa, 1983
- [2] Rockstroh, W.: Technologické projekty 1, Bratislava, Alfa, 1977
- [3] Rumíšek, P.: Technologické projekty , Nakladatelství VUT Brno, 1991
- [4] Muther, R.: Systematické projektování, Praha, SNTL, 1972
- [5] Borský, M.- Müller, J.: Technologické projekty, VUT Brno, 1981
- [6] Němejc, J.: Projektování manipulace s materiálem, Plzeň, Vydavatelství Západočeské univerzity, 1998
- [7] Zelenka, A.- Preclík, V.- Haninger, M.: Projektování výrobních systémů, ČVUT Praha, 1993
- [8] Maňas, M.- Helštýn, J.: Výrobní stroje a zařízení – Gumárenské a plastikářské stroje II, VUT Brno, 1990
- [9] Odborná skupina Uniplast Brno: Formy pro zpracování plastů – 1.díl, Vstřikování termoplastů, 2. vydání, Brno, 1999
- [10] Arburg - injection moulding machines [online]. [cit. 2006-04-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.arburg.com/com/COM/en/index.jsp>>
- [11] A.M. plastics automation [online]. [cit. 2006-04-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.amcz.cz>>
- [12] Regloplas - temperiergeräte [online]. [cit. 2006-04-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.regloplas.com>>
- [13] Chladicí věže Praha a.s. [online]. [cit. 2006-04-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.chv-praha.cz>>
- [14] Chladicí věže Praha a.s. [online]. [cit. 2006-04-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.chv-praha.cz>>

[15] Sokomax, jeřáby-jeřábové dráhy [online]. [cit. 2006-04-26]. Dostupný z WWW:

<<http://www.sokomax.cz/web/index.php>>

[16] Prodex AZ – manipulační technika [online]. [cit. 2006-04-15]. Dostupný z WWW:

<<http://prodexaz.cz/manipulacni-technika>>

[17] Manutan – plastové nádoby [online]. [cit. 2006-04-15]. Dostupný z WWW:

<<http://www.plus-katalog.cz>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

symbol	jednotka	název
a	mm	šířka vozidla (břemene)
A^e	m^2	hlavní plocha skladu
A^e_G	m^2	skladovací plocha
A^e_H	m^2	pomocná plocha skladu
A^e_{hl}	m^2	hlavní funkční plocha skladu
A^e_N	m^2	čistá skladovací plocha
A^e_T	m^2	dopravní plocha ve skladě
A^e_Z	m^2	plocha meziskladu
a_j	m	délka skladovací jednotky (palety)
A_P	m^2	plocha pracovních míst
A^S_G	m^2	základní plocha objektu (stroje)
A^V	m^2	výrobní plocha
A^V_H	m^2	pomocná plocha
A^V_N	m^2	čistá výrobní plocha
A^V_P	m^2	plocha pracoviště
A^V_T	m^2	dopravní plocha
A^V_Z	m^2	plocha meziskladů
B	mm	rozměr do šířky
b_{1-4}	mm	stálá ochranná vzdálenost
b_j	m	šířka skladovací jednotky (palety)
c	$\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^1$	měrná tepelná kapacita plastu
c_f	$\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^1$	měrná tepelná kapacita materiálu formy
c_k	$\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^1$	měrná tepelná kapacita kapaliny

symbol	jednotka	název
D	-	počet dní v roce
d_1	mm	šířka jízdniho pruhu (jeden jízdni pruh)
d_2	mm	šířka jízdniho pruhu (dva jízdni pruhy)
D_A	-	počet dnů plánované absence
D_c	-	celkový stav dělníků
D_D	-	počet dnů dovolené pracovníka
D_{ev}	-	evidenční stav dělníků
D_j	-	počet výrobních dělníků základní výroby
D_{on}	-	počet dní v roce na neplánované opravy
D_p	-	počet pomocných dělníků
D_v	-	počet využitelných dní v roce
E_d	h/rok	efektivní časový fond dělníka
E_r	h	efektivní roční kapacita ručního pracoviště
E_s	h	efektivní roční kapacita strojního pracoviště
f	-	frekvence doplňování zásobníků (počet dnů)
f_A	-	plošný koeficient
f_T^S	-	koeficient dopravy
f_B^S	-	koeficient obsluhy stroje
f_L^S	-	koeficient skladovací plochy
f_U^S	-	koeficient plochy pro údržbu
f_Z^S	-	koeficient pro přípravky, nástroje
F_V	m^2	základní výrobní plocha
f_H^V	-	koeficient podílu pomocných ploch
f_T^V	-	koeficient podílu dopravní plochy

symbol	jednotka	název
f^V_Z	-	koeficient podílu plochy meziskladů
g_V	-	koeficient vnitřního překrytí
H	h	počet hodin v pracovním dnu
H_1	h	počet hodin v pracovním dnu
H_{efr}	h	skutečně odpracované ruční hodiny
H_{efs}	h	skutečně odpracované strojní hodiny
M	Kč	roční hodnota vyplacených mezd
m	g	hmotnost výstřiku
M_{den}	kg/den	spotřeba materiálu za 1 den
m_f	kg	hmotnost formy
M_{hod}	kg/h	spotřeba materiálu za 1 hodinu
m_k	kg	hmotnost kapaliny ($m_k = m_{kap}$)
m_{kap}	kg	hmotnost teplonosné kapaliny
m_{nes}	kg/h	hmotnost neshodných výrobků za 1 hodinu
M_o	g/cm^3	sypaná hmotnost granulátu
m_{odp}	kg/h	celková hmotnost odpadu za 1 hodinu
m_{okt}	kg	hmotnost materiálu v oktabině
M_r	Kč	ruční mzda
m_r	Kč	skutečný průměrný výdělek ručního dělníka
M_{rok}	kg/rok	spotřeba materiálu za 1 rok
M_s	Kč	strojní mzda
m_s	Kč	skutečný průměrný výdělek strojního dělníka
m_v	g	hmotnost vtoku
m_{vtok}	kg/h	celková hmotnost vtoků za 1 hodinu

symbol	jednotka	název
$m_{výr}$	g	hmotnost výrobku
n	ks/h	počet výstřiků za 1 hodinu
N	ks/den	počet výstřiků za 1 den
n_c	-	celkový počet palet
n_f	-	počet forem uložených na paletách
n_{nes}	ks/h	počet neshodných výrobků za 1 hodinu
n_p	-	počet výstřiků na 1 paletě
p	-	počet palet za 1 den
P_1	kW	topný výkon temperační jednotky
P_2	kW	chladicí výkon temperační jednotky
P_r	-	počet ručních pracovišť
P_s	-	počet strojních pracovišť
P_t	-	teoretický počet strojů
Q	ks/rok	počet výstřiků za 1 rok
s	-	bezpečnostní faktor
S_j	m^2	půdorysná plocha skladovací jednotky (palety)
S_r	-	směnnost ruční
S_s	-	směnnost strojní
T	mm	rozměr do hloubky
t	s	délka vstřikovacího cyklu
T_c	min	délka sušícího cyklu
t_{cch}	s	celková doba chládnutí
t_{ch}	s	doba chlazení
t_d	s	doba dotlaku

symbol	jednotka	název
T_g	$^{\circ}\text{C}$	teplota skelného přechodu
T_m	$^{\circ}\text{C}$	teplota taveniny
T_o	$^{\circ}\text{C}$	teplota okolí
t_{of}	s	doba otevírání formy
t_p	s	pauza (prodleva)
T_p	$^{\circ}\text{C}$	provozní teplota formy
t_p	h	doba naplnění 1 palety
t_{pl}	s	doba plastikace
t_{uf}	s	doba uzavírání formy
t_{vs}	s	doba vstřiku
$t_{vým}$	h	doba mezi výměnami zásobníků
u	mm	vzdálenost pro údržbu
V	Kč	roční hodnota výroby
V_k	l	objem kanystru sušícího zařízení
V_{kap}	l	předpokládaný objem teplonosné kapaliny
V_z	m^3	objem vnějšího zásobníku
x_r	-	ukazatel x_r
x_s	-	ukazatel x_s
Z_p	mm	přídavek na pohyb
Z_s	mm	přídavek na bezpečnost
ΔT_3	$^{\circ}\text{C}$	přípustné kolísání teploty při provozu
ρ	kg/m^3	hustota teplonosné kapaliny
ρ_M	g/cm^3	měrná hmotnost materiálu

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Vstřikovací cyklus	13
Obr. 2. Rozdělení dle uzavíracího ústrojí	14
Obr. 3. Rozdělení dle způsobu plastikace	15
Obr. 4. Uspořádání uzavírací a vstřikovací jednotky	17
Obr. 5. Volné uspořádání pracovišť	43
Obr. 6. Technologické uspořádání pracovišť	43
Obr. 7. Předmětné uspořádání pracovišť	44
Obr. 8. Modulární uspořádání pracovišť	45
Obr. 9. Buňkové uspořádání pracovišť	45
Obr. 10. Rozmístění strojů do přímky a) za sebou, b) vedle sebe	46
Obr. 11. Rozmístění strojů do trojúhelníka	47
Obr. 12. Rozmístění strojů do kruhu	47
Obr. 13. Úhel uspořádání strojů	48
Obr. 14. Základní rozměry	49
Obr. 15. Vzdálenosti strojů na nichž se stále pracuje	50
Obr. 16. Vzdálenosti strojů na nichž se stále nepracuje	50
Obr. 17. Diagram technologického postupu	61
Obr. 18. Vstřikovací cyklus v závislosti na tlaku	62
Obr. 19. Vstřikovací cyklus v závislosti na technologických parametrech	62
Obr. 20. Schéma vnitřního zásobování materiálem	85
Obr. 21. Oktabina	86
Obr. 22. Schéma vnějšího zásobování materiálem	87
Obr. 23. a) Ukládání do krabic 100 g b) Ukládání na europaletu.....	90
Obr. 24. a) Ukládání do krabic 200 g b) Ukládání na europaletu.....	92

Obr. 25. Ukládání výrobků 800 g na europaletu.....	93
Obr. 26. Ukládání výrobků 1500 g na europaletu.....	94
Obr. 27. Schéma chlazení formy	96
Obr. 28. Otevřený chladicí okruh	97
Obr. 29. Uzavřený chladicí okruh	98
Obr. 30. Schéma chladicího okruhu	99

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Zpracovatelské parametry vybraných amorfních polymerů	21
Tab. 2. Zpracovatelské parametry vybraných semikrystalických polymerů	21
Tab. 3. Plošný koeficient f_A	36
Tab. 4. Přehled přídavných koeficientů	37
Tab. 5. Hodnoty nejmenších vzdáleností	50
Tab. 6. Skladba strojů	58
Tab. 7. Orientační parametry výstřiků	58
Tab. 8. Základní parametry výrobků	60
Tab. 9. Zpracovatelské teploty plastů	63
Tab. 10. Parametry výstřiku č.1	65
Tab. 11. Vstupní parametry sušení materiálu výstřiku č.1.....	67
Tab. 12. Vstupní údaje pro chlazení systému č.1	68
Tab. 13. Teplonosná kapalina systému č.1	68
Tab. 14. Parametry výstřiku č.2	70
Tab. 15. Materiálová bilance výstřiku č.2	70
Tab. 16. Produkce odpadů výstřiku č.2	71
Tab. 17. Vstupní parametry sušení materiálu výstřiku č.2	71
Tab. 18. Vstupní údaje pro chlazení systému č.2	71
Tab. 19. Teplonosná kapalina systému č.2	72
Tab. 20. Vypočítané výkony temperační jednotky systému č.2	72
Tab. 21. Parametry výstřiku č.3	72
Tab. 22. Materiálová bilance výstřiku č.3	73
Tab. 23. Produkce odpadů výstřiku č.3	73
Tab. 24. Vstupní parametry sušení materiálu výstřiku č.3	73

Tab. 25. Vstupní údaje pro chlazení systému č.3	74
Tab. 26. Teplonosná kapalina systému č.3	74
Tab. 27. Vypočítané výkony temperační jednotky systému č.3	74
Tab. 28. Parametry výstřiku č.4	75
Tab. 29. Materiálová bilance výstřiku č.4	75
Tab. 30. Produkce odpadů výstřiku č.4	75
Tab. 31. Vstupní parametry sušení materiálu výstřiku č.4	76
Tab. 32. Vstupní údaje pro chlazení systému č.4	76
Tab. 33. Teplonosná kapalina systému č.4	77
Tab. 34. Vypočítané výkony temperační jednotky systému č.4	77
Tab. 35. Parametry výstřiku č.5	77
Tab. 36. Materiálová bilance výstřiku č.5	78
Tab. 37. Produkce odpadů výstřiku č.5	78
Tab. 38. Vstupní parametry sušení materiálu výstřiku č.5	78
Tab. 39. Vstupní údaje pro chlazení systému č.5	79
Tab. 40. Teplonosná kapalina systému č.5	79
Tab. 41. Vypočítané výkony temperační jednotky systému č.5	79
Tab. 42. Parametry výstřiku č.6	80
Tab. 43. Materiálová bilance výstřiku č.6	80
Tab. 44. Produkce odpadů výstřiku č.6	80
Tab. 45. Vstupní parametry sušení materiálu výstřiku č.6	81
Tab. 46. Vstupní údaje pro chlazení systému č.6	81
Tab. 47. Teplonosná kapalina systému č.6	82
Tab. 48. Vypočítané výkony temperační jednotky systému č.6	82
Tab. 49. Parametry výstřiku č.7	82

Tab. 50. Materiálová bilance výstřiku č.7	83
Tab. 51. Produkce odpadů výstřiku č.	83
Tab. 52. Vstupní parametry sušení materiálu výstřiku č.7	83
Tab. 53. Vstupní údaje pro chlazení systému č.7	84
Tab. 54. Teplonosná kapalina systému č.7	84
Tab. 55. Vypočítané výkony temperační jednotky systému č.7	84
Tab. 56. Tabulka spotřeby materiálu	85
Tab. 57. Parametry oktabiny	86
Tab. 58. Technické parametry SJD-M-05AK	86
Tab. 59. Požadovaný přepravní výkon	88
Tab. 60. Parametry A.M. HB4346	88
Tab. 61. Produkce odpadů	89
Tab. 62. Základní údaje o výrobcích	90
Tab. 63. Hmotnost přepravní jednotky (výrobek 100g)	91
Tab. 64. Hmotnost přepravní jednotky (výrobek 200g)	92
Tab. 65. Hmotnost přepravní jednotky (výrobek 800g)	93
Tab. 66. Hmotnost přepravní jednotky (výrobek 1500g)	94
Tab. 67. Chladicí výkony temperačních jednotek	98
Tab. 68. Parametry temperačních jednotek	99
Tab. 69. Formy základní výroby	100
Tab. 70. Formy výhledově plánované výroby	100
Tab. 71. Skladování forem	100
Tab. 72. Počet palet vstupujících do skladu	102
Tab. 73. Základní údaje materiálového toku	106
Tab. 74. Náklady na stroje a zařízení	108

Tab. 75. Spotřeba elektrické energie výrobních zařízení 109

SEZNAM PŘÍLOH

- P I Rozměry Arburg Allrounder 720 S 3200 – 3200
- P II Technické parametry Arburg Allrounder 720 S 3200 – 3200
- P III Rozměry Arburg Allrounder 720 S 3200 – 2100
- P IV Technické parametry Arburg Allrounder 720 S 3200 – 2100
- P V Rozměry Arburg Allrounder 570 A 2000 – 400
- P VI Technické parametry Arburg Allrounder 570 A 2000 – 400
- P VII Rozměry manipulátoru Arburg Multilift V
- P VIII Technické parametry manipulátoru Arburg Multilift V
- P IX Dopravní systém A.M. HB4346 – Filtrační stanice FS 3
- P X Materiálová cyklona MC 20AK
- P XI Sací jednotka A.M. SJD-M-05AK
- P XII Sušicí zařízení A.M. MAGUIRE LPD – 12, LPD – 12H
- P XIII Sušicí zařízení A.M. MAGUIRE LPD – 22, LPD – 22H
- P XIV Nožový mlýn A.M. NMS 200 x 200
- P XV Temperační zařízení Regloplas 90 Smart
- P XVI Temperační zařízení Regloplas P 140 M
- P XVII Chladicí zařízení – mikrochladič a uzavřeným systémem
- P XVIII Mostový jeřáb typ SOKOMAX – MJ – 5t/15m
- P XIX Závěsný jeřáb typ SOKOMAX – MJ – 2t/10m
- P XX Paletový vozík Kovo Cheb OCRR 2002
- P XXI Plastová popelnice 240 litrů
- P XXII Výrobní hala (výkres č. DP 01)
- P XXIII Hrubá dispozice vstříkovny (výkres č. DP 02)
- P XXIV Rozmístění strojů – varianta 1 (výkres č. DP 03)

- P XXV Rozmístění strojů – varianta 2 (výkres č. DP 04)
- P XXVI Dispozice vstříkovny – varianta 2 (výkres č. DP 05)
- P XXVII Rozvod energií (výkres č. DP 06)
- P XXVIII Sankeyův diagram – varianta 1 (výkres č. DP 07)
- P XXIX Sankeyův diagram – varianta 2 (výkres č. DP 08)

PŘÍLOHA P I: NÁZEV PŘÍLOHY