

# VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCÍ

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Školní rok: 1990 - 91

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro Petra V L K A

obor (23-19-8) výrobní systémy s průmyslovými roboty  
a manipulátory

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 172/1990 Sb. o vysokých školách určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Návrh pružného tvářecího systému**

### Zásady pro vypracování:

1. Rozbor řešené problematiky
2. Význam pružných výrobních systémů
3. Rozbor součástkové základny
4. Návrh výrobního zařízení
5. Dispoziční uspořádání
6. Zhodnocení navrženého řešení
7. Závěr

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ  
Ústřední knihovna  
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5  
PSČ 461 17

171/191

K. B. V. P. H. A.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah průvodní zprávy: **50 - 60 stran**  
Seznam odborné literatury:

**Kolektiv : Pružné tvářecí systémy. IMPRO, Praha 1989**

**"FREE" materiály**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Milan Vytlačil, CSc.**  
Konzultant:

Zadání diplomové práce: **31.10.1990**  
Termín odevzdání diplomové práce: **3.6.1991**

L.S.

  
**Doc. Ing. Josef Cerha, CSc.**

Vedoucí katedry

  
**Prof. Ing. Zdeněk Kovář, CSc.**

Děkan

V Liberci

dne

19 90.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ, LIBEREC

Fakulta strojní

Obor 23 - 19 - 08

Výrobní systém s průmyslovými roboty a manipulátory

Katedra výrobních systémů

Návrh tématu: NÁVRH PRUŽNÉHO TVÁŘECÍHO SYSTÉMU

Petr V l k

KVS - VSPRM - 13

Vedoucí práce: Ing. Milan Vytlačil, CSc

Konzultant :

Počet stran : 79

Počet tabulek: 4

Počet obrázků: 1

Počet výkresů: 0

Počet modelů

nebo jiných

příloh : 0

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA  
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146077040

Datum: 1.6.1991

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci  
vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.



.....  
Petr Vlček

V Českém Dubě dne 1.6.1991

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci  
vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

.....

Petr V l k

V Liberci dne 1.6.1991

## O b s a h :

<b>1. Rozbor řešené problematiky .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Význam pružných výrobních systémů .....</b>	<b>6</b>
2.1. Obecné charakteristiky a význam PVS, vysvětlení pojmu pružnost, bezobslužnost, PVS .....	6
2.2. Význam a využití PVST .....	13
2.3. Popis jednotlivých subsystémů PVST .....	15
2.3.1. Subsystém tvářecí stroje pro PVST .....	15
2.3.2. Subsystém tvářecí nástroje pro PVST .....	17
2.3.3. Subsystém mechanizace a PRaM pro PVST .....	19
2.3.4. Subsystém dopravní a skladovací pro PVST..	20
2.3.5. Subsystém kontrolní a diagnostický pro PVST .....	21
2.3.6. Subsytém řízení PVST .....	23
<b>3. Rozbor součástkové základny .....</b>	<b>26</b>
3.1. - 3.4. Tabulky přiřazující jednotlivým výrobkům konkrétní výrobní zařízení	
<b>4. Návrh výrobního zařízení.....</b>	<b>29</b>
4.1. Popis průchodu výtvarku systémem .....	29
4.2. Popis jednotlivých komponentů PVST .....	39
4.2.1. Tvářecí stroje .....	39
4.2.2. Tvářecí nástroje .....	52
4.2.3. Prostředky mechanizace a robotizace .....	55
4.2.4. Prostředky pro skladování a meziop- rační manipulaci .....	61
4.2.5. Prostředky pro kontrolu a diagnostiku .....	65
4.2.6. Prostředky řízení .....	69
4.2.7. Postup při projektování a realizaci PVS...	71

5. Dispoziční uspořádání .....	73
6. Zhodnocení navrženého řešení .....	76
7. Závěr .....	79

## I. Rozbor řešené problematiky

Zadáním této diplomové práce je vypracovat studii pružného výrobního systému tváření (PVST), schopného produkce plechových karosářských dílů pro různé typy vozu Škoda. Není upřesněno, o které typy vozů Škoda se jedná, ale je známo, že jde o typy s maloseriovou až středněseriovou produkcí, kterých počet ročně vyráběných se má pohybovat v rozmezí 5 000 - 15 000 kusů a produkce kterých bude realizována v pobočném závodě Kvasiny, určenému pro výrobu takovýchto maloseriových modifikací.

Nová politicko-ekonomická situace, do které naše země vstupuje, nutí všechny tuzemské výrobce připravit se co nejlépe na nekompromisní podmínky tržní ekonomiky, které je nutno splnit, chce-li podnik úspěšně obstát na evropském a světovém trhu. Toto vše je umocněno, jedná-li se o výrobce osobních automobilů a podobných výrobků osobní spotřeby, kde právě častá inovace a změna produkce je zárukou úspěchu. A právě snaha obstát na náročných světových trzích v konkurenci světoznámých automobilových firem, pro které jsou pružné výrobní systémy na tváření (PVST) samozřejmostí, nutí i našeho dosud jediného výrobce osobních automobilů značky Škoda, a to automobilový koncern Škoda - Mladá Boleslav, zamyslet se nad problémem vybudování podobného PVST karosářských dílů, který by se stal oním základním předpokladem zajišťujícím maloseriovou produkci několika různých modifikací vozů této značky. To vše je umocněno i tím, že došlo ke spojení AŠ Mladá Boleslav s automobilkou Volkswagen, pro kterou je příznačná právě výroba různých



typů vozů se značkou W současně. Toto a mnohé další jsou ony základní předpoklady pro rozvoj pobočných závodů, jako je onen v Kvasinách, které umožňují maloseriovou produkci různých modifikací osobních vozů, a to od typů užitných až po sportovní.

Abychom si vytvořili lepší představu o možném sortimentu karosářských dílů produkovaných tímto pružným výrobním systémem tváření (PVST), je součástí zadání i skupina výkresů asi 140 různých plechových výlisků tvořících základ karoserie vozu Škoda PICK-UP. Příloha je dodána s předpokladem, že karosářské díly dalších modifikací produkované oním PVST budou mít podobné sortimentní složení. Rozborem oné přílohy jsem došel ke zjištění, že díly, které mají projít procesem tváření jsou velkého rozměrového rozpětí, a to od velikostí např. 50 x 50 mm až po díly o rozměrech 800 x 1 800 mm. Podobné konstatování je možno provést i o použitých materiálech určených ke tváření, kde se jedná o polotovary o tloušťkách 0,7 - 5 mm. Na první pohled je tedy zřejmé, že navrhovaný PVST by měl být koncipován tak, aby byl schopen produkce výlisků různých velikostí a nejrozmanitějších tvarů, s ohledem na různé modifikace vozů Škoda, vyráběné v blízké i vzdálené budoucnosti v pobočném závodě Kvasiny.

## 2. Význam pružných výrobních systémů

### 2.1. Obecné charakteristiky a význam PVS, vysvětlí pojmu pružnost, bezobslužnost, PVS

Pokračující automatizace výroby je dnes jedinou možnou odpovědí konkurenčnímu tlaku v mezinárodní soutěži na zvyšující se specializaci výrobků. Prioritou už není maximum vyprodukovaných výrobků, nýbrž dosažení pružnosti výroby, požaduje se tedy hospodárná výroba také u malých dodávek. Snahou je co nejlépe využívat jednotlivá výrobní i nevýrobní zařízení a tím docílit v co nejkratší době návratnosti nákladů do těchto zařízení vložených. Dále je snahou všech výrobců snižovat jak průběžné časy jednotlivých součástí ve výrobě, tak i stavy zásob a dosahovat co nejkratších dodacích lhůt. Celkovým výsledkem tohoto snažení by mělo být zvýšení schopnosti soutěžit na světových trzích v tvrdém konkurenčním boji.

Všechny tyto cíle jsou dosažitelné, pokud je výroba dostatečně pohotová. A právě oné pohotovosti výroby lze dosáhnout pouze orientací na pružnou automatizaci, tj. na pružné výrobní systémy (PVS).

U předních světových výrobců této techniky existují propracovaná systémová řešení této techniky. Systémová řešení PVS zahrnují jak bezobslužná technologická pracoviště, tak i manipulační, dopravní a skladovací systémy, měřicí a rozměřovací stroje a další pomocná zařízení.

Pružné výrobní systémy, původně orientované převážně do oblasti obrábění, stále zřetelněji pronikají i do jiných oblastí a oborů výroby (tváření, svařování apod.).

Z toho všeho plyne závěr, že PVS se v hojné míře objevují

i v procesu tváření, ba naopak je možno říci, že pro tuto technologii zpracování materiálu mají velkou perspektivu, neboť právě proces tváření kovů je jednou z nejprogresivnějších technologií ve strojírenství, zajišťující růst produktivity práce, úsporu materiálu a energie.

Hlavní ekonomické přínosy této technologie lze spatřovat ve dvou oblastech a to:

- přechodem na technologii tváření z jiného druhu technologie zpracování materiálu
- aplikací nových, nekonvenčních technologických operací v samotném procesu tváření materiálu.

I když je možno konstatovat, že PVST mají jistá specifika oproti PVS v obrábění, je možno hledat mezi oběma PVS jisté analogické rysy.

Dle [1] lze obecně PVS charakterizovat takto:

Pružný výrobní systém - PVS (Flexible manufacturing system - FMS) je systém s vysokým stupněm automatizace, určený pro výrobu součástí různého druhu v malých a středněsériových dodávkách. PVS většinou zahrnují skupinu číslicově řízených strojů, systém zakládání a vyjímání polotovarů (produktů) a systém mezioperační dopravy a skladování. Mimo to je jeho nedílnou součástí počítač a programové vybavení pro všechny řídicí funkce.

Z důvodů odlišení nesou PVS pro tváření označení PVST.

Podobně jako PVS pro obrábění, skládá se PVST z několika základních systémů a sice:

- subsystém výrobních zařízení (tvářecí stroje)
- nástrojový subsystém (tvářecí nástroje)

- subsystém mezioperační manipulace s skladováním
- subsystém operační manipulace a PRaM
- subsystém kontroly a diagnostiky
- subsystém řízení

Je možno konstatovat, že pružnost všech těchto samostatných subsystémů je zárukou pružnosti celého PVS. Pokud by tedy nastala situace, že některý z těchto subsystémů není dostatečně pružný, ztrácí tím pružnost celý PVS. Z tohoto zjištění také plyne ta skutečnost, že při realizaci PVS je nutné se konkrétně zabývat všemi jednotlivými komponenty, které se výrobního procesu bezprostředně účastní (nebo jej alespoň ovlivňují) a všemi jejich významnými vazbami. Ztrácí tedy veškerý smysl automatizovat pouze některý z uvedených subsystémů v domnění, že je možno dosáhnout PVS.

Dle [1] není v problematice PVST doposud ustálena jednotná definice základního pojmu, tj. vlastní "pružnosti" (flexibility) technologického procesu a jemu odpovídajícímu zařízení.

"Pružnost" je jedním z nejsložitějších pojmů celkové koncepce pružné automatizované výroby.

Shrnutím názorů několika uznávaných autorů na tuto problematiku dojdeme k závěru, že v nespojitě strojírenské výrobě má termín "pružnost" následující smysl:

Pružnost je vlastnost výrobních systémů předcházet v rozsahu stanovených technických možností z jednoho provozuschopného funkčního stavu do druhého za účelem plnění dalšího výrobního zadání nebo nové funkce.

Při použití širšího pojmu "adaptace" je možno "pružnost" stanovit jako vlastnost výrobního systému adaptovat se v rozsahu určených technických možností na další výrobní zadání nebo novou funkci.

Od objasnění pojmu "pružnost" není daleko k charakteristice PVS. V literatuře [1] se dočteme, že PVS tvoří v současné době nejprogresivnější výrobní techniku pro malosériové a středněsériové strojní výroby, zejména v oblastech třískového obrábění, tváření, svařování, povrchových úprav a montážních prací. Z tohoto technologického určení poté také plyne funkce a postavení PVST.

Použitím PVST vytváříme předpoklady pro pružné automatizované výroby, směřující ke konečnému cíli - k pružným automatických závodům budoucnosti.

Současný stav v problematice budování PVS lze charakterizovat různým stupněm pružnosti, integrační úrovně s různým počtem strojů (prvků) rozdílné složitosti.

Dle [1] rozdělujeme PVS do čtyř integračních úrovní, které zde nebudeme podrobně rozepisovat. Je zde však možné alespoň uvést jednotlivé integrační úrovně neboli stádia rozvoje.

První integrační úroveň zahrnuje úsek výrobní techniky od pružné výroby po pružný modul (PVM).

Druhá integrační úroveň je na bázi PVM - PVS.

Integrační úroveň třetí zasahuje od PVS - PAV (pružná automatizovaná výroba).

A na konec čtvrtá a doposud nejvyšší integrační úroveň je

soustava od pružné automatizované výroby (PAV) po pružný automatizovaný závod budoucnosti (PAZ).

Ve světě dosud realizované PVS jsou přibližně druhé integrační úrovni, částečně kombinované úrovni třetí a čtvrtou, které však postupem času převládají.

Základem realizovaných automatizovaných PVS se stávají číslicově řízené stroje, jejichž charakteristickou vlastností je flexibilita, tj. snadnost změny výroby na jednom výrobním zařízení. Tyto stroje stále ve větší míře pronikají i do technologie tváření. Hlavní výhodou těchto číslicově řízených strojů je to, že výrobní program stroje je tvořen číselnými informacemi, které umožňují rychlou a pružnou změnu technologického postupu, což je výhodné právě v podmínkách nižších typů výrob, jako jsou kusová a malosériová.

Možnost výroby širšího sortimentu výrobků a rovněž současně probíhající výroba různých výrobků realizovaná na PVS souvisí velmi úzce s podílem neboli účastí člověka (operátora) na výrobním procesu. Je neustálou snahou co nejvíce tento podíl omezit, neboť jak všichni velmi dobře víme, je to právě nespolehlivost lidského faktoru, která je často příčinou nežádoucích komplikací ve výrobě. Ale ještě je tu jeden a snad ještě závažnější problém a cíl a tím je snaha vyloučit člověka z výrobního procesu nebo alespoň omezit jeho účast na minimum, abychom jej tímto zbavili často namáhavé, monotónní, složité a zdraví nebezpečné práce, což by mělo být hlavním cílem projektování takovýchto PVS.

Cílem automatizace se tedy v posledních letech stává realizace tzv. "bezobslužné" technologie.

Dle literatury [1] je možno konstatovat, že pojem "bezobslužný" neznámá, že se člověk na výrobním procesu nepodílí, nýbrž zdůrazňuje možnost dostatečně dlouhého provozu zařízení v automatickém režimu (jedna nebo dvě směny) bez zásahu obsluhy, pokud si tento nevyžádá nějaká nepředvídaná okolnost.

Pro realizaci takovéto pružné bezobslužné technologie je třeba automatizovat veškeré seřizovací činnosti stroje, potřebné pro přechod na nový výrobek.

Obsluha (operátor) při práci na číslicově řízeném stroji provádí různé operace sama, tj. např. zakládání polotovaru do stroje, vyjímání hotového výrobku, výměnu nástroje, spouštění stroje, kontrolu výrobku, celkový dohled nad chodem zařízení a mnohé další operace, které si vyžadují neustálou účast obsluhy, čímž znemožňují tzv. humanizaci práce.

A právě vyloučením výše jmenovaných činností z pracovní povinnosti obsluhy zařízení a jejich provádění pomocí automatizačních prostředků umožníme nejen onu humanizaci práce, ale zároveň i využití pracovníka pro vícestrojovou obsluhu, kde tento vykonává spíše funkci jakési kontroly nad chodem daného zařízení, ale a to v neposlední řadě i významné zvýšení produktivity práce takovéhoho zařízení. U takto plně automatizovaných zařízení, kde je funkce obsluhy zúžena, jak bylo již uvedeno, spíše na úroveň kontroly a dohledu nad jeho chodem, není poté problémem obsazovat druhé a třetí směny obslu-

hou, jejíž počet je zúžen na minimum.

Tím, že tato zařízení mají možnost být využita na tři směny, můžeme získat několikanásobek toho, co bychom získali využitím klasických strojů, pracujících na jednu směnu, čímž nám jedno takto pracující zařízení nahradí několik strojů s obsluhou. To vše je samozřejmě umocněno množstvím strojů pracujících v rámci jednoho takového automatizovaného výrobního systému.

Výhody, které je tímto možno získat jsou očividné, ať už je to návratnost investic vložených do těchto velmi drahých zařízení nebo zvýšení produkce, rychlá reakce na požadavky trhu apod., nemluvě už o kvalitě produkce vycházející z takto plně automatizované výroby, která je nesrovnatelně vyšší než u výrobků produkovaných na starších, obsluhou ovládaných výrobních zařízeních.

To vše jsou samozřejmě tlaky, nutící výrobce, kterým záleží na kvalitě výrobků a prosperitě podniku, na čemž by mělo záležet všem výrobcům, k zavádění takovýchto plně automatizovaných "bezobslužných" technologií.

Pokud je možno shrnout vše co bylo až dosud uvedeno, je možno konstatovat, že veškerá problematika týkající se PVS, tj. "pružnost" neboli flexibilita, plná automatizace, schopnost pracovat určený čas bez obsluhy neboli "bezobslužnost" a další prvky charakterizující PVS se stejně jako další odvětví strojírenství týkají i tváření, tj. PVST. I když, jak bylo již dříve uvedeno, platí pro PVST jistá specifika, na rozdíl od např. PVS pro obrábění.



## 2.2. Význam a využití PVST

Co se týče samotných PVST je jim ve světě v průmyslových kruzích věnována stále větší pozornost, o čemž svědčí i ta skutečnost, že plné osvojení problematiky PVST je také jedním z témat programu EUREKA zemí EHS. Proč je tomu asi tak, to není třeba zde znovu rozepisovat, vždyť o výhodách technologie tváření jsem se zmínil již dříve.

### Charakteristiky samotných PVST

Tyto systémy, co se týče druhu technologických tvářecích operací, jsou schopny, samozřejmě dle určení uspokojit všechny požadavky výrobce, který se rozhodl pro jejich realizaci a využití.

Mezi nejčastější operace však doposud patří technologie prostřihování (děrování), kde se jedná o realizování otvorů kruhových i nekruhových tvarů do polotovarů v podobě tabulí nebo pásů plechu.

Dalšími hojně využívanými operacemi jsou ohýbání, lemování apod. Velmi rozšířenou oblast představuje taktéž operace dělení stříháním ať již z tabulí, svitků nebo pásů plechu.

Mnohé PVST jsou projektovány tak, aby v rámci průchodu výrobku tímto systémem došlo ke kombinaci tvářecích technologií s jinými technologickými procesy, jako jsou např. svařování, montáž ap. za účelem komplexního zhotovení a kompletace výrobku.

Dle [1] lze tedy konstatovat, že PVST se dělí do tří základních typů a to:

- pružné systémy, pracující na bázi jedné tvářecí technologie, např. ohýbání, stříhání
- pružné systémy zahrnující více tvářecích technologií, tj. jejich kombinaci
- pružné systémy, realizující tvářecí technologie s jinými technologickými procesy, jako s již dříve uvedeným svařováním, montáží apod.

### 2.3. Popis jednotlivých subsystémů PVST

Každý PVST bez ohledu na to, do které ze tří výše uvedených základních typů patří, musí nutně obsahovat těchto šest základních prvků, bez kterých by nebylo možné jej nazvat PVST, jsou to:

- tvářecí stroje pro PVST
- tvářecí nástroje pro PVST
- prostředky mechanizace a robotizace PVST
- skladovací a dopravní systémy PVST
- kontrolní a diagnostický systém PVST
- řídicí systém pro PVST

Nyní by bylo vhodné uvést si něco k těmto jednotlivým prvkům (nebo-li tzv. subsystémům) PVST.

#### 2.3.1. Subsystém tvářecí stroje pro PVST

Začnu popisem tvářecích strojů, neb je možno konstatovat, že právě TS jsou základním prvkem každého PVST.

V literatuře o PVST není dosud jednotný názor na vymezení rozsahu tvářecího stroje a jeho příslušenství, resp. neexistuje jednoznačná odpověď na otázku co všechno patří do podsy-  
tému "tvářecí stroj", neboť někdy se do tohoto subsystému zahrnují i prvky principiálně patřící do jiných subsystémů.

Co je však možno říci o TS?

Snad to, že ani nástup automatizace neovlivnil zásadně koncepci dosud známých a hojně používaných technických řešení TS. Lze tedy prohlásit, že jako zdroj energie vykonávající po-

žadovaný účinek je možno pro PVST principiálně použít libovolný TS, a to o lisovacích silách pohybujících se v rozmezí od několika KN až po několik desítek MN, tj. od strojů malých provedení až po mohutné giganty (letecký průmysl), dále stroje s rozličnými druhy pohonu a konstrukce.

Jediné co byli nuceni konstruktéři TS pro PVST dořešit v souladu s rostoucím požadavkem na zabudování těchto strojů do automatizovaných výrob, je uzpůsobenost pro číslicové řízení veškerých jejich pracovních funkcí a dále možnost rychlovýměny tvářecích nástrojů (TN). Splněním těchto požadavků byly vytvořeny podmínky pro použití těchto strojů též v "pružné" výrobě a došlo tak také k výraznému snížení nevytíženosti veškeré investičně drahé techniky použité v PVST.

Co se týče technologické stránky, jsou TS pro PVST schopny vykonávat veškeré operace, tj. od operací např. volného a zápusťkového kování u objemového tváření až po operace ohýbání stříhání, děrování ap. u tváření plošného, z čehož zároveň plyne i ta skutečnost, že tyto stroje jsou schopny zpracovat materiál za tepla, poloohřevu i za studena.

Pohlédneme-li nyní na četnost uplatnění číslicově řízených TS, převládají u PVST dosud děrovací (prostřihovací) lisy s otevřeným C-rámem a s otočnou revolverovou hlavou, nesoucí několik, převážně děrovacích nástrojů.

Dnes se však stále více uplatňují i PVST na bázi jiných TS, především univerzálních mechanických a hydraulických lisů jednočinných a dvojčinných, ohraňovacích lisů, tabulových nůžek ap.

A právě výběr a správná kombinace nejvhodnějších výrob-

ních zařízení je jednou ze stěžejních úloh každého projektanta PVST, neboť toto výrobní zařízení (TS) musí splňovat veškeré požadavky, kladené na příslušný PVST, tj. musí být zajištěna výrobnost všech výrobků produkovaných tímto PVST.

Každý PVST může obsahovat jeden číslicově řízený TS, poté mluvíme o tzv. automatizovaném tvářecím pracovišti (ATP) nebo několik číslicově řízených TS pracujících v automatickém cyklu poté hovoříme o tzv. automatizovaném výrobním systému (AVS). Samozřejmě, že vždy je nutné propojit tyto TS příslušnými mechanizačními a automatizačními prostředky pro podávání a vyjímání materiálu, tj. vstupních polotovarů a výstupních výrobků, které popíší v další části této diplomové práce.

### **2.3.2. Subsystem tvářecí nástroje pro PVST**

Pokud jde o PVST, je právě tvářecí nástroj (TN) oním prvkem PVST, který určuje sortiment, kvalitu a převážně i efektivnost těchto systémů. Snaha o zavádění PVST způsobila zlom v pohledu právě na TN pro PVST. Pro každý pružný výrobní systém na tváření je příznačné velké množství TN, proto je nutné velmi zodpovědně přistupovat k řešení jejich konstrukce a celkové koncepce. Je třeba konstruovat takové TN, které se vyznačují levnou výrobou, zaměnitelnými díly, sjednocováním upínacích rozměrů a dalšími opatřeními zásadně ovlivňujícími efektivnost konkrétních PVST.

Mezi základní požadavky na TN pro PVST patří nutnost rychlovýměny, optimalizace skladování, seřizování a kontroly jejich stavu a funkce.

Dle [1] lze konstatovat, že vlastní TN pro PVST posuzujeme z několika hledisek.

Vedle obecných zásad platících pro TN všech PVST jakými jsou konstrukce, výroba a užití, přihlíží první hledisko i k tomu, zda tyto nástroje splňují i následující požadavky:

- jednotné upínací rozměry pro příslušný TS (nebo skupinu TS)
- odpovídající technické řešení podmínkám pro přepravu, skladování a rychlovýměnu
- nutnost dosažení minimálních výrobních a pořizovacích nákladů.

Druhé hledisko na upínání TN, které bývá řešeno různými způsoby. Upínací elementy, které zajišťují tuto činnost jsou poháněny mechanicky, hydraulicky nebo pneumaticky a musí pracovat v automatickém režimu pokud možno rychle a spolehlivě.

Třetím hlediskem pro posuzování TN je jejich výměna. Tato činnost se skládá z několika samostatných operací, které zde nebudu dále rozepisovat. K této výměně TN dochází při změně výrobního programu nebo při poškození pracujícího TN.

Čtvrtým a posledním hlediskem posuzování TN je pohled na skladování TN. Jednoduché a malé TS jsou vybaveny tzv. zásobníky nástrojů, které jsou v přímé blízkosti samotného TS. Naopak rozsáhlejší výrobní systémy jsou vybaveny velkoplošnými sklady nástrojů s přímou vazbou na zásobníky nástrojů nebo přímo na TS.

Celkově lze tedy konstatovat, že subsystém "tvářecí nástroje" (TN) má v PVST širší význam a není brán pouze jako člen sloužící k přetvoření zpracovávané součásti. Je na něj te-

dy pohlíženo i z hlediska přizpůsobení automatické výměně, přípravě a skladování, které významnou měrou ovlivňují chod každého PVST.

### **2.3.3. Subsystem mechanizace a robotizace PVST**

Tyto prostředky jsou třetím a velmi významným subsytémem PVST. Základním požadavkem mechanizace a robotizace je snaha vyloučit člověka z jednotlivých úkonů probíhajících v rámci výrobního procesu na příslušném PVST, tj. od manipulace s polotovary, meziprodukty, konečnými produkty, nástroji atd., až po mechanizování takových úkonů, jako jsou mazání polotovarů, čištění konečných produktů, šrotování a odbavování odpadů. To vše za účelem zbavení člověka těžké, monotónní a mnohdy i zdraví a životu nebezpečné práce.

Ale přesto lze konstatovat, že mechanizace se nejvíce týká mezioperační a operační manipulace s tvářeným materiálem. A právě zde se vyskytují určité problémy, neboť v procesu tváření dochází k výrazným změnám tvaru tvářené součásti, což klade značné nároky na manipulační a automatizační zařízení, zvláště při budování PVST, kde se vyžadují rychlé přechody na jiné druhy výrobků. Vedle časté změny tvaru součásti dochází k i častým změnám hmotnosti manipulovaných součástí.

Těmto často se měnícím požadavkům při manipulaci s výtvarkem vyhovují především průmyslové roboty, samozřejmě ve spojení se speciálními úchopnými hlavicemi, které se sami o sobě vyznačují vysokou universálností. Proto také dochází k častému zařazování průmyslových robotů do PVST, bez ohledu na

jejich vysoké pořizovací náklady. Průmyslové roboty zde mohou podle potřeby obsluhovat jedno samostatné pracoviště tvořící PVST nebo mezioperační a operační manipulací propojit více TS do linek a vytvořit tak rozsáhlý PVST.

S výhodou se také využívá kombinování průmyslových robotů s jednoduššími, jednoúčelovými zakladači a manipulátory.

Každopádně však musíme zdůraznit, že musí být zajištěna ta skutečnost, aby byl řídicí systém mechanizačních a automatizačních zařízení v souladu s řídicím systémem TS a aby bylo při integrované výrobě zajištěno propojení všech těchto prvků na centrální řídicí počítač, čímž by byla zajištěna koordinace všech výrobních a manipulačních operací.

#### **2.3.4. Dopravní a skladovací subsystém PVST**

Tento čtvrtý subsystém velmi úzce souvisí se subsystémem třetím, neboť je možno konstatovat, že pro výstavbu automatizovaných technologických pracovišť (ATP) a automatizovaných výrobních systémů (AVS) s průmyslovými roboty a manipulátory je nanejvýš nutné použít i další pomocná zařízení, která s výrobními zařízeními (TS) a manipulačními prostředky vytvoří kompletní automatizované výrobní celky, tj. v našem případě PVST. To vše je dáno tím, že při používání PVST je manipulováno s velkým množstvím vstupních polotovarů, tvářecích nástrojů výstupních produktů a odpadů, které je nutno skladovat, evidovat, zpracovávat a dopravovat.

Ke skladování výrobků, polotovarů i TN se používají různé typy automatizovaných skladů a zásobníků, které zajišťují automatické zakládání a vyvážení, ukládání a pohyb materiá-



lu a automatické vedení evidence stavu skladu.

Tyto sklady mohou mít několik podob. Může to být jeden velký sklad centrální, odkud jsou odbavována jednotlivá pracoviště nebo může jít o sklady decentralizované, tj. ke každému stroji přísluší určená skladovací jednotka, nebo je tu ještě možnost jednoho skladu centrálního se sklady vyrovnávacími, kde dochází k vychystávání materiálu, nástrojů apod., s ohledem na nejbližší pracovní úkoly PVST.

Co se týče samotné dopravy jednotlivých komponentů, ta může být realizována opět mnoha způsoby od dopravy podvěsné, portálových zakladačů přes teleskopické jeřáby až např. po kolejovou dopravu a indukčně vedené vozíky, které se jeví pro PVST jako nejpříhodnější díky velké variabilitě drah, po kterých se mohou pohybovat.

I zde je však nutno připomenout, že stejně jako u subsystému mechanizace a robotizace je nutno i zde napojení těchto zařízení na centrální řídicí počítač, který zajišťuje nezbytnou kooordinaci všech jejich činností.

#### **2.3.5. Kontrolní a diagnostický subsystém PVST**

Tento subsystém získává na důležitosti v poslední době, právě díky zavádění bezobslužných pracovišť a různých PVST, tj. při nástupu komplexní automatizace.

Díky těmto trendům dochází k všeobecnému úbytku počtu obsluhujícího personálu, k zvyšování požadavků na jakost produkováných výrobků a na spolehlivost veškerých zařízení fungujících na těchto plně automatizovaných pracovištích.

Je samozřejmé, že tyto kontrolní a diagnostické systémy se neobejdou bez spolehlivě fungující elektroniky, která je nedílnou součástí inženýrských pultů, přístrojů provádějících diagnostiku, ale i minipočítačů a mikropočítačů, které zabezpečují automatizaci měření a matematické zpracování získaných výsledků za pomoci speciálně vytvořených programů, pomocí kterých dochází k registraci diagnostikovaných informací, zapisování do databank a tím ke snadnějšímu odhalování a odstraňování veškerých závad na výrobních zařízeních.

Dle literatury [1] mají systémy měření a diagnostiky společně se systémy automatické kontroly tyto funkce:

Systémy měření a diagnostiky:

- získávání a přenos informací o stavu technologie a kontrolovaných objektů
- srovnávání měřených hodnot se zadávanými
- hodnocení těchto rozdílů a rozhodování o další činnosti
- řízení činnosti tak, aby elementy PVS prováděly správně a bezchybně všechny své funkce.

Systémy automatické kontroly zabezpečují:

- rozestavení měřících prostředků dle požadovaných měřených intervalů kontrolovaných objektů
- úplnost a hodnověrnost měření
- vysokou spolehlivost měřících prostředků

Dnes se už neprovádí pouze kontrola a diagnostika výrobních a nevýrobních zařízení v rámci celého PVST, ale i rozměrová kontrola polotovarů, výlisků a nástrojů, čímž se výrazně zvyšuje efektivnost celého PVST, neboť dochází ke snížení pro-

dukce zmetků, snížení počtu kontrolorů, množství dokončovacích operací na výrobcích apod.

Závěrem k tomuto je však nutno podotknout, že kontrolní a diagnostická technika nemusí vždy znamenat ekonomický přínos a že záleží na každém konkrétním PVST zda se investice vložené do této drahé techniky vyplatí nebo ne.

### **2.3.6. Subsystem řízení PVST**

Tento poslední, šestý subsystem zasahuje velmi významně do všech subsystemů předchozích.

O významu a složitosti tohoto subsystemu svědčí i ta skutečnost, že problematice řídicích subsystemů v PVST jsou dnes již věnovány speciální práce, nebudu zde tedy podrobně rozebírat informace o nejrůznějších čidlech, snímačích, hardwarovém a softwarovém vybavení, které jsou nezbytně nutné k zabezpečení všech úkolů, které tyto řídicí subsystemy řídí a kontrolují.

Jak bylo popsáno již u předchozích subsystemů, je právě číslicové řízení jednotlivých komponentů PVST, tj. tvářecích strojů, manipulačních zařízení s tvářecími nástroji, mechanizačních prostředků i kontrolních zařízení zárukou dosažení flexibility těchto systémů.

V současné době jsou nejpoužívanějšími systémy řízení typy CNC, při stále se rozšiřujících aplikacích řídicích systémů s mikroprocesory, které významně ovlivnily i oblasti číslicového řízení jednotlivých výrobních i nevýrobních zařízení používaných v PVST.

Velký význam sehrála hlavně možnost spojení řídicích systémů číslicově řízených strojů s nadřazeným (centrálním) počítačem.

tačem pracujícím s režimem DNC. Toto napojení na centrální řídicí počítač umožnilo skupinové nasazování těchto číslicově řízených strojů, které se osvědčilo jako další etapa automatizace vyšší úrovně a našlo si významné uplatnění i v PVST.

Pro vytvoření pružných automatizovaných výrobních systémů (AVS) vyšší úrovně se ukázalo, že nezbytným předpokladem je i automatizace všech dalších operací v rámci PVST, a to také za pomoci centrálního řídicího počítače, který zajišťuje koordinaci všech těchto pomocných operací.

Z výše uvedeného tedy vyplývá, že jak pro řízení výrobních tak i pomocných operací je nutné, chceme-li zajistit jejich potřebnou koordinaci, použít nadřazeného počítače pracujícího v režimu DNC.

Pro zajištění potřebné kompatibility všech řídicích systémů jednotlivých zařízení s nadřazeným řídicím počítačem, stačí tedy pro řízení celého PVST jeden centrální řídicí počítač.

Více se o řídicích systémech nebudu zmiňovat, neboť to není předmětem této diplomové práce a obrázek o významu řídicích systémů je možno si udělat již ze zmínek o nich v předchozích kapitolách této diplomové práce.

### 3. Rozbor součástkové základny

Po provedení důkladného rozboru součástkové základny, tj. oněch přibližně 140 různých plechových výlisků určených k výrobě karoserie vozu Škoda PICK-UP, výroba kterých má být realizována na navrhovaném PVST a struktura kterých je obdobná se strukturou dílů dalších modifikací, realizovaných výhledově na tomto PVST, jsem dospěl k názoru, že bude nutné tento výrobní systém složit ze dvou samostatných, na sobě nezávislých výrobních systémů (linek). K tomuto závěru mě dovedla snaha dosáhnout co nejefektivnějšího využití nosné části tohoto pružného výrobního systému, tj. samotných tvářecích strojů.

Toto rozhodnutí je důsledkem velmi rozmanité struktury součástkové základny, díky které je možno konstatovat, že při snaze realizovat veškerou výrobu na jednom PVS, může nastat situace, že tento systém nebude při výrobě rozměrově malých a tvarově jednoduchých součástí, k výrobě kterých je třeba malého počtu operací, dostatečně efektivně využít.

Proto je společně se samostatně pracujícím systémem určeným pro výrobu větších a složitějších dílů, navržen i systém pro výrobu dílů menších a méně složitých, taktéž pracující zcela samostatně.

Z daného tedy plyne, že jeden systém je sestaven z většího počtu strojů schopných vyvinout větší tvářecí síly a druhý naopak z menšího počtu strojů o menších tvářecích silách. V menším ze systémů je zahrnuto i autonomně pracující tvářecí centrum, využívající ke zhotovování rovinných přístřihů o složitějších tvarech plazmové řezací hlavice.

Blíže se o jednotlivých výrobních i nevýrobních zaříze-

ních zmíním v samotném popisu celého PVST.

Tato část diplomové práce slouží k přiřazení oněch přibližně 140 konkrétních dílů z přílohy k jednotlivým výrobním zařízením, na kterých bude probíhat jejich samotné zhotovení.

Dle množství operací, rozměrů jednotlivých dílů a potřebných přetvárných sil jsem rozhodl v otázce, kterých výrobních zařízení bude využito pro zhotovení jednotlivých karosářských dílů, následovně: viz tabulky 3.1. - 3.3.

Tabulka 3.1

Položka	Číslo dílu	Operace	Použité lisy	Linka
1	441-1.0340-215.6	chyb, chyb	1-3	1
2	441-1.0375-183.6	složené lisování, chyb	4-7	1
3	441-1.0370-116.6	postupové lisování	1-3	1
4	441-1.0370-137.6	postupové lisování	1-3	1
5	441-1.0370-147.6	postupové lisování, chyb, chyb	1-3	1
6	441-1.0370-153.6	postupové lisování	1-3	1
10	441-1.0370-169.6	postupové lisování, chyb, chyb	1-3	1
11	441-1.0164-020.6	postupové lisování, chyb	1-3	1
12	441-1.0325-166.6	přestřihování, tažení, koláčování, rozbe	3-4	2
13	441-1.0325-076.6	rozstřihování	1-3	1
14	441-1.0396-132.6	tažení, ostřihování	3-4	2
15	441-1.0399-071.6	tažení, složené lisování, chyb, chyb	1-3	1
16	441-1.0301-181.6	postupové lisování	1-3	1
18	441-1.0109-160.6	postupové lisování	3-4	2
21	441-1.0315-026.6	přestřihování, chyb, chyb, složené lisování	3-4	1
22	441-1.0446-042.6	postupové lisování, chyb	3-4	2
23, 24	441-1.0301-169.6	tažení, rozstřihování, chyb, složené lisování, rozstř.	1-3	1
25	441-1.0351-185.6	složené lisování, chyb	3-4	1
26	441-1.0335-067.6	ostřihování, chyb, chyb	1-3	1
27	441-1.0335-068.6	ostřihování, chyb, chyb	1-3	1
28	441-1.0355-076.6	chyb, složené lisování, děrování	1-3	1
29	441-1.0335-071.6	tažení, složené lisování	1-3	1
30, 31	441-1.0363-044.6	přestřihování	1-3	1
31, 33	441-1.0363-046.6	složené lisování, chyb	1-3	1

Tabulka 3.1

Položka	Číslo dílu	Operace	Použité lisy	Linka
1	441-1.2940-215.6	ohyb,ohyb	1+5	1
2	441-1.3070-133.6	sloučené lisování,ohyb	6+9	2
3	441-1.3070-136.6	postupové lisování	1+5	1
4	441-1.3070-137.6	postupové lisování	1+5	1
5	441-1.3070-147.6	postupové lisování,ohyb,ohyb	1+5	1
6	441-1.3070-153.6	postupové lisování	1+5	1
10a	441-1.3070-164.6	postupové lisování,ohyb,ohyb	6+9	2
11	441-1.3164-029.6	postupové lisování,ohyb	1+5	1
12	441-1.3325-166.6	prostřihování,tažení,kalibrování,různé	6+9	2
13	441-1.5025-379.6	scustružení	1+5	1
14	441-1.5099-123.6	tažení,ostřihování	6+9	2
15	441-1.5099-379.6	tažení,sloučené lisování,ohyb,ohyb	1+5	1
16	441-1.5011-181.6	postupové lisování	1+5	1
18	441-1.5109-163.6	postupové lisování	6+9	2
21	441-1.5315-028.6	přestřihování,ohyb,ohyb,sloučené lisování	6+9	2
22	441-1.5448-342.6	postupové lisování,ohyb	6+9	2
23,24	441-9.0051-184.6	tažení,rozstřihování,ohyb,slouč.lisování,rozstř.	1+5	1
25	441-9.0051-185.6	sloučené lisování,ohyb	6+9	2
26	441-9.0055-067.6	ostřihování,ohyb,ohyb	1+5	1
27	441-9.0055-068.6	ostřihování,ohyb,ohyb	1+5	1
28	441-9.0055-070.6	ohyb,sloučené lisování,děrování	1+5	1
29	441-9.0055-071.6	tažení,sloučené lisování	1+5	1
30,31	441-9.0063-044.6	přestřihování	1+5	1
32,33	441-9.0063-046.6	sloučené lisování,ohyb	1+5	1



Tabulka 3.2

Položka	Číslo dílu	Operace	Použité lisy	Linka
34,35	441-9.0036-048.6	tažení,ostřihování,ohyb	1+5	1
36	441-9.0070-105.6	tažení,ostřihování,ohyb	1+5	1
37	441-9.0070-106.6	tažení,sloučené lisování,ohyb	1+5	1
38	441-9.0070-107.6	sloučené lisování,ohyb	1+5	1
39,40	441-9.0070-109.6	sloučené lisování,ohyb	1+5	1
41	441-9.0257-010.6	tažení,ostřihování	1+5	1
42,43	441-9.0763-190.6	ostřihování,ohyb,ohyb	1+5	1
44,45	441-9.0756-152.6	rozstřihování	1+5	1
46,47	441-9.0765-260.6	postupové lisování,ohyb	6+9	2
48	441-9.2160-170.6	tažení,sloučené lisování,ohyb	1+5	1
49,50	441-9.2201-480.6	prostřihování,ohyb	6+9	2
51	441-9.2201-481.6	postupové lisování,ohyb,ohyb	6+9	2
52,53	441-9.2201-483.6	tažení,prostřihování	6+9	2
54	441-9.2201-485.6	tažení,sloučené lisování,tažení	1+5	1
55	441-9.2201-488.6	tažení,kalibrování,ostřihování,děrování	1+5	1
57,58	441-9.2511-050.6	tažení,rozstřihování,ohyb	1+5	1
59	441-9.2516-151.6	tažení,ostřihování,kalibrování	1+5	1
60,61	441-9.2522-424.6	tažení,ostřihování,ohyb	1+5	1
62,63	441-9.2524-204.6	tažení,ostřihování,kalibrace	1+5	1
64,65	441-9.2524-206.6	tažení,slouč.lisování,děrování,slouč.lisování	1+5	1
66,67	441-9.2526-128.6	střihání,tažení,rozstřihování	1+5	1
68	441-9.2528-039.6	tažení,ostřihování,ohyb	6+9	2
69,70	441-9.2528-042.6	tažení,rozstřihování,ohyb	1+5	1
71	441-9.2528-047.6	prostřihování	6+9	2

Tabulka 3.3

Položka	Číslo dílu	Operace	Použité lisy	Linka
72,73	441-9.2580-268.6	sloučené lisování, ohyb, ohyb	6+9	2
74,75	441-9.2580-270.6	rýsování	1+5	1
76,77	441-9.2580-271.6	tažení, rozstřihování, ohyb	1+5	1
78,79	441-9.2809-203.6	děrování, ohyb	6+9	2
80	441-9.2809-204.6	děrování, ohyb	6+9	2
81	441-9.2827-267.6	děrování	6+9	2
82,83	441-9.2828-268.6	tažení, ohyb, děrování	1+5	1
84	441-9.2828-271.6	děrování	6+9	2
85	441-9.2828-272.6	ohyb, prostřihování	1+5	1
86,87	441-9.2830-148.6	prostřihování, ohyb	1+5	1
88,89	441-9.2837-069.6	zajištěno	1+5	1
90	441-5.2837-070.6	zajištěno	1+5	1
91	441-9.2837-577.6	ohyb	1+5	1
102	441-9.3631-030.6	přestřihování, ohyb, ohyb	1+5	1
103,104	441-9.3658-108.6	ohyb, rozstřihování, ohyb	1+5	1
105	441-9.4158-075.6	nejsou operace	1+5	1
106	441-9.4801-781.6	tažení, prostřihování, ohyb	6+9	2
107	441-9.4801-782.6	děrování, ohyb, ohyb	6+9	2
108,109	441-9.4801-784.6	tažení, ostřihování, ohyb, ohyb, děrování	1+5	1
110,111	441-9.4801-786.6	prostřihování, ohyb, ohyb	6+9	2
112,113	441-9.4801-788.6	ostřihování, ohyb, ohyb	1+5	1
114,115	441-9.4801-790.6	tažení, prostřihování, ohyb	6+9	2
116,117	441-9.4801-792.6	ohyb, ohyb, různé	1+5	1
118,119	441-9.4801-796.6	ostřihování, ohyb	1+5	1

Tabulka 3.4

Položka	Číslo dílu	Operace	Použité lisy	Linka
120,121	441-9.4801-798.6	prostřihování, ohyb, kalibrování, ostřihování	6+9	2
122	441-9.4801-799.6	prostřihování, ohyb	1+5	1
123	441-9.4807-353.6	tažení, ostřihování, ohyb	1+5	1
124	441-9.4807-354.6	ostřihování, ostřihování	1+5	1
125,126	441-9.4807-362.6	ohyb, ohyb	6+9	2
127	441-9.4807-365.6	ohyb, děrování	1+5	1
128	441-9.4812-141.6	prostřihování	6+9	2
129	441-9.4815-069.6	přestřihování, ohyb	1+5	1
130	441-9.4913-021.6	ohyb, nástřih	6+9	2
131	441-9.4913-024.6	ohyb	1+5	1
132	441-9.6001-061.6	ostřihování, ohyb	1+5	1
133	441-9.6010-047.6	tažení, ostřihování, ohyb	1+5	1
134	441-9.6103-177.6	přistřihování, ohyb	1+5	1
135,136	441-9.6113-226.6	děrování, ohyb, ohyb	1+5	1
137,138	441-9.6115-016.6	děrování, ohyb, ohyb, ohyb	1+5	1
139	441-9.6418-108.6	tažení, prostřihování, ohyb, tažení	1+5	1
140	441-9.6418-109.6	tažení, ostřihování, kalibrování, děrování	1+5	1
141,142	441-9.6528-142.6	rozstřihování	1+5	1
143	441-9.7342-109.6	ohyb	1+5	1

Jak je tedy z předchozích tabulek zřejmé, ke zhotovení větších a složitějších součástí je třeba realizovat různé druhy tvářecích operací o různých četnostech. To vše samozřejmě v závislosti na složitosti jednotlivých součástí.

Nejvyšší počet nezbytně nutných operací u těchto dílů dosahuje čísla pět.

U dílů menších a jednodušších je nejvyšším počtem převárných operací číslo čtyři.

Z těchto počtů dále vycházím při určování četnosti jednotlivých TS použitých u mnou navrhovaném PVST, což je součástí kapitoly 4.2.1. této diplomové práce, zabývající se popisem jednotlivých výrobních zařízení.

## 4. Návrh výrobního zařízení

### 4.1. Popis průchodu výtvarku systémem

PVST, který je mnou navrhován, se skládá, jak jsem již dříve předeslal, ze dvou samostatně pracujících, na sobě zcela nezávislých výrobních systémů, kde jeden je určen pro výrobu menších a jednodušších součástí a druhý pro produkci větších a tvarově složitějších dílů.

Ještě dříve, nežli přistoupím k popisu jednotlivých komponentů, zahrnutých do mnou navrhované studie PVST, rád bych stručně nastínil funkci celého výrobního systému (PVST), tj. všechny operace bezpodmínečně nutné k tomu, aby se z polotovaru vstupujícího do tohoto systému ve tvaru svitků nebo pásů plechu staly na jeho výstupu hotové produkty, určené k dalšímu zpracování, tj. nejčastěji k montážním činnostem probíhajícím při samotné kompletaci vozu.

Z dispozičního uspořádání (viz kapitola č. 5 této diplomové práce), je zřejmé, že celý výrobní proces je zahájen vstupem polotovarů, který je dopraven k jednotlivým nástřihovým centrům, obstarávajícím jejich nástřih pro každý výrobní systém samostatně. Tyto polotovary jsou přisouvány z centrálního skladu plechu, který není zahrnut do tohoto PVST. Doprava polotovarů je realizována pomocí ind. vedených dopravních vozíků. Tyto vozíky dopravují polotovar ve tvaru svitků nebo tabulí plechu k překládacím stanovištím jednotlivých nástřihových center.

Uvážíme-li nyní dále, že polotovary jsou ve tvaru tabulí plechu, dojde zde k ustavení vozíku s k přenechání jeho nákla-

du na vychystávacím stanovišti. Z tohoto stanoviště jsou poté plně automaticky pomocí pneumatických přísavkových nebo elektromagnetických portálových manipulátorů přemísťovány jednotlivé tabule plechu do hlavní části tohoto nástřihového centra, tj. do číslicově řízených tabulových nůžek, kde dochází k rozstříhání jednotlivých tabulí plechu na předem naprogramované, k dalšímu zpracování určené tvary nástřihů. Tyto jsou dále přemístěny na druhé, odbavovací překládací stanoviště, odkud jsou postupně opět pomocí oněch portálových manipulačních zařízení přemístěny na jednotlivá vychystávací stanoviště, kde jsou naskládány do tvaru úhledných stohů. Indukčně vedený dopravní vozík přesouvá poté ony stohy nástřihů na vychystávací stanoviště určené k jejich přeložení do centrálního skladu nástřihů. Ono přeložení je realizováno pomocí regálového zakladače, který každému druhu nástřihů určí stanoviště, dle předem stanovených programů.

Pokud bychom uvažovali, že polotovary budou ve tvaru svitků, což je v moderním automobilovém průmyslu hojně využívaný tvar polotovarů, poté proces zhotovení nástřihů probíhá následujícím způsobem.

Polotovar ve tvaru svitků, dopravený z centrálního skladu plechu je přemístěn na oboustranné odvíjecí zařízení, kde je provedeno jeho upnutí. Poté prochází plech přes vedení na rovnací zařízení, odtud do podávacího zařízení, které jej podá do číslicově řízených tabulových nůžek, kde dochází k samotnému rozstříhání polotovaru ve tvaru pásu svitku na jednotlivé dále zpracovávané přístřihy dle předem stanovených programů. Tyto se dále pomocí překládacích a stohovacích zařízení, po-

dobně jako v předchozím případě přemístí na vychystávací stanoviště do úhledných stohů a odtud poté na indukční vozík, pomocí kterého dochází k jejich přesunu na určené vychystávací stanoviště u centrálního skladu nástřihů. Zde opět dochází pomocí regálového zakladače k přesunu těchto stohů nástřihů na jim předem určená stanoviště.

Poté je zde ještě třetí možnost a sice ta, že některé polotovary přicházejí ve tvaru plechových tabulí vůbec neprochází procesem dalšího nástřihu. Toto je případ oněch až 6 mm silných tabulí plechu, určených pro další zpracování na autonomně pracujícím tvářecím centru, za pomoci řezné plazmové hlavice, anebo jiných polotovarů ve tvaru tabulí, přicházejících do závodu ve velikosti přímo vyhovujících jejich dalšímu zpracování.

Tyto polotovary jsou poté přímo zaváženy do skladu nástřihů, a to tak, že indukční vozík, který je přiváží má možnost přímého přístupu k zakladači nástřihů, který je poté přemístí na jim předepsané stanoviště.

Veškeré takto zpracované nástřihy a polotovary setrvávají poté na určených pozicích ve skladu nástřihů do okamžiku jejich dalšího použití, tj. do doby kdy dochází k samotnému konečnému zpracování.

V okamžiku, kdy nastane tento okamžik, dojde nejprve pomocí regálového překladače k přemístění stohu nástřihů na indukční vozík, který jej přemístí na vychystávací stanoviště příslušící prvnímu tvářecímu stroji nebo centru určenému k jeho zpracování. Zde dojde k přenechání stohu nástřihů a vozík, který toto přemístění realizoval vyčkává poté dalších po-

kynů z řídicího centra.

Nyní je nutno rozdělit další postup na dva samostatné případy.

V prvním případě, tj. kdy dochází ke tváření na výrobním systému určeném k realizaci výroby větších a tvarově složitějších dílů z tenčího plechu, je průběh jejich dalšího zpracování následující. I zde je však nutno další postup rozdělit na dva samostatné postupy.

V prvním případě, tj. kdy není nutné aby plechové nástřihy před dalším zpracováním prošly procesem mazání (což je málo častý případ u těchto velkých a složitých výtvarků), jsou tyto nástřihy v podobě stohů přenechány na vychystávacím stanovišti. Z tohoto stanoviště je dále každý z plechových přístřihů samostatně odebírán prostřednictvím závěsného robota umístěného před prvním tvářecím strojem této tvářecí linky a přemístěn do pracovního prostoru tohoto prvního tvářecího stroje, kde poté následovně probíhá první předepsaná tvářecí operace. Z pracovního prostoru tohoto tvářecího stroje je dále takto vytvarovaný plechový meziprodukt vyjmut opět pomocí závěsného průmyslového robota umístěného v tomto případě za oním prvním tvářecím strojem linky. Zde jsou na rozdíl od dalšího uspořádání této linky umístěny mezi prvním a druhým tvářecím strojem dva průmyslové roboty. První robot umístěný za prvním tvářecím strojem je závěsný, druhý umístěný před druhým tvářecím strojem je klasický průmyslový robot umístěný na zemi. Dva roboty jsou zde umístěny z důvodů nutnosti otočení některých meziproduktů po první operaci o  $180^{\circ}$ , tj. "vzhůru nohama". Tuto operaci, kterou jindy vykonávají tzv. obraceče a která



následuje hlavně v případě, že první operace je operace tažení jsem já svěřil dvěma za sebou zařazeným robotům, neboť toto uspořádání mi vzhledem k velkému sortimentu produkovaných výrobků připadá flexibilnější.

V případě nutnosti otočení onoho meziprojektu se tato operace realizuje předáním meziprojektu z úchopné hlavice jednoho průmyslového robota (závěsného) do úchopné hlavice druhého průmyslového robota (pozemního) a následným otočením jeho úchopné hlavice o  $180^{\circ}$ .

V případě, že tato operace nutná není, dojde k přímému založení meziprojektu do pracovního prostoru druhého tvářecího stroje přímo prostřednictvím závěsného průmyslového robota. V těchto fázích výrobního procesu je průmyslový robot provádějící onu samotnou operaci otočení součásti o  $180^{\circ}$  v klidu, postavený tak, aby zabíral co nejméně operačního prostoru.

Po založení onoho meziprojektu do pracovního prostoru druhého tvářecího stroje, proběhne následující tvářecí operace a proces vyjmutí meziprojektu a jeho založení do následujícího tvářecího stroje se opakuje, ovšem nyní již pouze prostřednictvím závěsného průmyslového robota, tj. bez operace "obracení" součásti.

Takto tedy roboty umístěné mezi tvářecími stroji vyjímají a následně opět zakládají jednotlivé meziprojektu až do doby, kdy je výtvarok zcela hotov, poté robot umístěný za tvářecím strojem, na kterém proběhla poslední tvářecí operace vyjme hotový produkt vycházející z této linky a založí jej do dopravního kontejneru umístěného na indukčně vedeném dopravním

vozíku určeném k odvozu hotové produkce do meziskladu před dalším zpracováním, nebo přímo do následujícího výrobního procesu.

Druhým případem systému pro výrobu tvarově složitějších a rozměrově větších dílů, který může nastat, je nutnost provedení mazací operace jednotlivých plechových přístřihů před provedením první tvářecí operace. V tomto případě probíhá celý tvářecí proces takto.

Stoh nástřihů odebraný ze skladu je indukčním vozíkem přemístěn na vychystávací stanoviště před mazacím zařízením. Odtud jsou jednotlivé přístřihy plechu pomocí manipulačního mechanismu, tj. opět pneumatického přísavkového nebo elektromagnetického portálového manipulátoru přemístěny do samotného mazacího zařízení, kde dojde k nanesení potřebného olejového filmu. Takto olejem nanesený plechový přístřih je dále pomocí manipulačního zařízení přemístěn na odebírací stanoviště, odkud je odebírán prostřednictvím závěsného průmyslového robota umístěného před prvním tvářecím strojem a přemístěn do pracovního prostoru tohoto tvářecího stroje.

Další postup zpracování těchto přístřihů je obdobný s dříve popsaným procesem, ke kterému dochází při tváření součástí neprocházejících procedurou mazání. Jenom je nutné takto zpracovaným výrobkům před dalším použitím přiřadit proces odmaštění, při kterém by došlo k odstranění oné nanesené olejové vrstvy z jejich povrchu.

Nyní si všimněme tvářecích procesů, které musí podstoupit součásti, jejichž realizace výroby probíhá na druhém, samostatném tvářecím systému. Jedná se o součásti jednodušších

tvárů a menších rozměrů, ale často realizované z plechů o větších tloušťkách.

Tento systém má tu zvláštnost, že jako první je v něm místo tvářecího stroje v podobě lisu zařazeno tvářecí centrum, schopné zcela samostatné činnosti, to znamená, že je možné jej brát jako autonomně pracující výrobní celek. Výhodou tohoto tvářecího centra je velký počet technologických operací, které je schopno realizovat, ať už je to zhotovování plošných přístřihů různých tvarů, realizace otvorů kruhových i nekruhových, řezání závitů apod. Toto centrum je vybaveno plazmovou řezací hlavou, která mu umožňuje dle programu zhotovovat přístřihy nejrůznějších tvarů do materiálu z plechu o tloušťce několika mm.

Je tedy zřejmé, že při provozu celého tohoto systému může nastat několik různých případů.

Prvním případem je produkce plošných přístřihů, které nepotřebují jiné operace nežli zhotovení několika otvorů, vyříznutí závitů nebo pouze samotné vystřížení z plechu. Nedochozí tedy při jejich zpracování k žádným tvářecím operacím, při kterých by docházelo k prostorové změně tvaru součásti.

K realizaci těchto produktů postačí pouze zpracování na výše popsaném autonomně pracujícím tvářecím centru. Celý tvářecí proces probíhá tak, že ze skladu nástřihů je vybrán příslušný stoh s natřihanými plechy. Tento je pomocí regálového překladače přemístěn na indukční vozík, který jej dopraví na vychystávací stanoviště příslušného tvářecího centra. Odtud je ze stohu prostřednictvím portálového zakladače postupně odbírán jeden přístřih za druhým a přemisťován do pracovního

prostoru tvářecího centra. Zde po provedení veškerých potřebných operací dochází v případě, že hotové výrobky mají tvar větších vyřezaných dílů k jejich přesunu na odbavovací pracoviště, odkud jsou tyto opět pomocí portálového manipulátoru přemístěny na vychystávací stanoviště do tvaru úhledného stohu a odtud poté na indukční vozík. V případě, že konečné produkty mají tvar menších vyřezaných dílů, dochází k jejich propadu na dopravní pás, který je dopraví do ohradové palety umístěné na dalším vychystávacím stanovišti umístěném poblíž tvářecího centra. V obou případech jsou poté po určených cyklech za pomoci indukčně vedených vozíků odváženy takto zhotovené a přepravené produkty do meziskladu, nebo přímo do výroby k dalšímu zpracování.

Druhým případem je produkce výrobků, kterých první fáze zpracování probíhá na víceúčelovém tvářecím centru a další fáze probíhají za účasti dalších tvářecích strojů, které jsou součástí tohoto výrobního systému. Zde poté proces jejich výroby probíhá následujícím způsobem.

Po již dříve popsaném průchodu přes tvářecí centrum, dojde k nastohování vyřezaných přístřihů (tj. v tomto případě meziproductů) na prostou paletu a jejich přesunu pomocí indukčně vedeného vozíku na vychystávací stanoviště před první tvářecí stroj v lince. Odtud poté závěsný průmyslový robot odbírá jeden přístřih za druhým a postupně je vkládá do pracovního prostoru prvního tvářecího stroje. Druhý průmyslový závěsný robot umístěný mezi prvním a druhým tvářecím strojem vyjme meziproduct z pracovního prostoru prvního tvářecího stroje a v případě další nutné tvářecí operace jej přesune do

pracovního prostoru dalšího tvářecího stroje, který tuto operaci provede. Tento postup se opakuje dokud neproběhnou veškeré tvářecí operace. Poté průmyslový robot ukládá takto zhotovené výlisky do kontejneru, který je dále odváží do mezi-  
skladu nebo do výroby.

Třetí možnost může nastat při produkci dílů neprocházejících přes tvářecí centrum. U těchto dílů probíhá výrobní proces následujícím způsobem.

Ze skladu nástřihů se vybere příslušný stoh, který se za pomoci regálového překladače umístí na indukční vozík. Tento přemístí stoh po příslušné dráze na vychystávací stanoviště přímo před první tvářecí stroj. Z tohoto vychystávacího stanoviště jsou poté odebírány, stejně jako v předchozím případě, jeden přístřih za druhým prostřednictvím průmyslového robota a přemisťovány do pracovního prostoru prvního tvářecího stroje. Další postup je obdobný jako v předchozím případě, proto jej zde nebudu dále popisovat.

Co je však společně nutné pro všechny produkty vycházející z celého tohoto PVST, tj. díly produkované oním "větším" i "menším" samostatným výrobním systémem? Je to nutnost jakostní a rozměrové kontroly, kterou musí vybrané díly veškeré produkce, ještě dříve nežli opustí PVST, absolvovat. Tato kontrola je realizována tak, že veškeré indukčně vedené vozíky odvázející hotové produkty do meziskladu, přímo do výroby nebo k dalšímu potřebnému zpracování jsou po svých indukčních drahách vedeny v bezprostřední blízkosti kontrolního a diagnostického střediska. V tomto středisku je neustále přítomna obsluha, která má možnost dle požadavků nebo dle pevných cyklů

zavést kterýkoliv vozík s produkcí do tohoto měrného centra, a zde vybrat libovolnou součást a provést na ní veškerá diagnostická a kontrolní měření a tím získat přehled o stavu výrobních zařízení a o celkové kvalitě produkce.

Jak je možno si povšimnout, nezabýval jsem se při popisu průchodu výtvarku jednotlivými fázemi výrobního procesu podrobným popisem výrobních a nevýrobních zařízení a jejich činností, neboť toto je předmětem následující části této diplomové práce. Úkolem této části bylo pouze nastínit, kterými fázemi zpracování může projít tvařenec (tj. tvářený prvek od polotovaru po hotový výrobek), od vstupu do systému až po jeho výstup z daného, mnou navrženého PVST.

## 4.2. Popis jednotlivých komponentů PVST

Nyní tedy popíši jednotlivá výrobní i nevýrobní zařízení, z kterých se mnou navrhovaný PVST skládá, jejich činnost a specifika.

### 4.2.1. Tvářecí stroje

Začínám popis jednotlivých zařízení tvořících PVST právě tvářecími stroji, neboť ony jsou těmi základními prvky každého PVST, zaručujícími při správném výběru a uspořádání dostatečnou flexibilitu, výrobnost a spolehlivost celého systému.

Výběr vhodného tvářecího stroje se proto stává jednou z hlavních aktivit každého projektanta PVST. Intuitivní výběry těchto zařízení nemusí být vždy objektivní, proto byly v posledních letech vypracovány pro výběr tvářecích strojů velmi vypracované algoritmy.

Úkolem této diplomové práce však není vybrat konkrétní výrobní zařízení, ale specifikovat jakým předpokladům by měla vybraná výrobní zařízení vyhovovat.

Co se týče tvářecích strojů určených k provádění hlavních tvářecích operací, na ně jsou kladeny tyto základní požadavky:

- typ stroje a velikost zdvihu musí odpovídat všem tvářecím operacím na tomto stroji prováděným
- jmenovitá síla musí být větší nežli přetvárná síla na veškeré operace na stroji prováděné
- rozměry stolu a berana musí umožnit upnutí tvářecího nástroje automatizované podávání meziprojektu a samostatné podávání odpadu

- počet zdvihů musí zajišťovat dostatečnou výrobnost
- musí být zajištěno citlivé řízení v návaznosti na další operace systému, tj. ukládání meziprojektu do pracovního prostoru tvářecího stroje a jeho následné vyjímání po skončení tvářecí operace apod.
- musí být zajištěna programově řízená rychlovýměna nástrojů
- musí být automaticky prováděna kontrola všech důležitých částí a funkcí stroje a jeho celková diagnostika
- velká spolehlivost výrobního zařízení.

Počet tvářecích strojů použitých v jednotlivých systémech jsem určil dle největšího množství tvářecích operací prováděných na jednotlivých výrobcích, produkovaných tímto PVST. Provedeným rozbohem jsem zjistil, že maximální počet operací realizovaných na dílech větších a složitějších je pět, zatímco u dílů menších a jednodušších jsou tyto operace maximálně tři. Tyto počty se vyskytují pouze v minimálním počtu případů (jeden až dva). Na základě těchto zjištění jsem tedy určil, že počet tvářecích strojů "většího" systému bude pět tvářecích strojů. Naproti tomu tvářecí stroje tvořící "menší" tvářecí systém budou tři, navíc ovšem v kombinaci s víceúčelovým tvářecím centerem.

Tvářecí stroje vybrané mnou pro tento PVST mají profil "0" a velikost těchto strojů je jiná pro oba samostatné systémy, z kterých se PVST skládá.

Pro systém realizující větší karosářské díly je třeba použít tvářecí stroje o rozměrech stolu nejméně 1 000 x 2 000 mm a o jmenovité síle alespoň 2 000 kN.

Tvářecí stroje osazené v "menším" systému by měly mít



rozměry stolu alespoň 800 x 1 000 mm a jmenovitou sílu okolo 400 kN.

Tyto hodnoty jsem si nevymyslel, ty vyplynuly z přílohy dodané k této diplomové práci s výpisem jednotlivých lisů používaných pro tváření jednotlivých dílů. Já jsem určil lisy ještě větší, neboť silnější lis zabezpečuje větší tuhost při práci, menší pružení stojanu a větší trvanlivost tvářecích nástrojů, nehledě na velikost dílů, které mohou být výhledově na tomto PVST realizovány.

Rychlovýměna tvářecích nástrojů, tak nezbytná k zajištění dostatečné flexibility celého PVST může být realizována u těchto tvářecích strojů několika způsoby. Hlavní podmínkou však je, aby vždy probíhala v plně automatizovaném cyklu bez zásahu obsluhy.

Prvním způsobem je výměna tvářecích nástrojů, kdy nástroj vyjíždí a zajíždí do a z tvářecího stroje podélně, nebo-li kolmo k pohybu obrobků vstupujících a vystupujících do pracovního prostoru stroje. Manipulace s takto měněnými nástroji může být dále prováděna pomocí kolejových dopravníků jak je tomu např. u lisu firmy AVONDALE nebo pomocí indukčně vedených vozíků, jak to řeší japonská firma FUKUI.

Druhý způsob rychlovýměny nástrojů je možno realizovat při příčném najetí a vyjetí vozíku do a z lisu, tj. ve směru pohybujícího se obrobku procházejícího lisem. I zde je možná manipulace s nástroji pomocí dopravníků vedených po kolejových drahách (např. řešení švédské firmy HERWO) nebo pomocí indukčních vozíků (japonská firma AIDA apod.).

V obou výše uvedených případech, tj. bez ohledu na to

zda výměna tvářecích nástrojů je prováděna příčně nebo podélně ke směru tvářecí linky probíhá celý proces následovně.

Nejprve najede prázdný vozík do lisu, dojde k uvolnění horní i dolní části tvářecího nástroje (TN) a jejich přesun na vozík, který dále odváží TN do skladu tvářecích nástrojů. Ze skladu nástrojů přijíždí druhý vozík, který zaváží nový TN určený dle daného výrobního programu do lisu, kde dojde k jeho automatickému upnutí a seřízení. Samozřejmě, že všechny tyto procesy probíhají současně u všech tvářecích strojů (TS), u kterých je nutno výměnu TN provést a k jejich řízení je použito příslušných povelů z centrálního řídicího počítače.

Já jsem se při svém řešení diplomové práce rozhodl pro první uvedený způsob vyjíždění a najíždění nástroje podélně k lisu. Při tomto způsobu není nutno vést dráhy vozíků mezi TS a tím je zabráněno kolizi jejich drah s dráhami indukčních vozíků odvázejících odpad a se zásobníky pro úchytné hlavice průmyslových robotů.

Vedle dostatečné velikosti pracovního prostoru vybraných tvářecích strojů, která je nutná s ohledem na bezproblémovou manipulaci průmyslových robotů s meziprodukty upnutými v jejich úchopných hlavicích v těchto prostorech, musí být dále zajištěn samostatný odvod odpadů vzniklých pro jednotlivých tvářecích operacích. Je možno jej řešit více způsoby, propadem na dopravníkové pásy v podlaží stroje, nebo např. odvozem v ohradových paletách, do kterých tento odpad díky uzpůsobení tvaru TN samostatně, nebo pomocí vyhazovačů umístěných na TN padá. Já jsem se rozhodl pro řešení odvozu odpadu od všech použitých tvářecích strojů pomocí palet pohybujících se na indukčně vedených vozících.

Řízení těchto TS, tj. jejich zabudování do celého VS s ohledem na návaznost jednotlivých operací při manipulacích s meziprodukty si představují takto.

Každý tvářecí stroj podléhá centrálnímu řídicímu počítači, který jednotlivým tvářecím strojům určuje jejich funkce, dle právě probíhajícího výrobního procesu. Protože tyto stroje nemají mechanická spouštění, povel pro provedení tvářecí operace dostávají až po signálu ze speciálního snímače umístěného v TN, který indikuje přítomnost výtvarku v tomto TN. Po tomto signálu je třeba samozřejmě připočítat určitý čas, aby úchopná hlavice průmyslového robota zakládající výtvarok do pracovního prostoru TS měla možnost opustit tento pracovní prostor. Naopak po provedení operace z TS vychází další signál, který v tomto případě signalizuje řídicímu systému průmyslového robota, že může vyjmout meziprodukt z pracovního prostoru jednotlivého tvářecího stroje. Takto je tedy nutné programově zajistit veškerou návaznost tvářecích strojů s jednotlivými mechanizačními a manipulačními prostředky. Samotná činnost těchto tvářecích strojů je dostatečně zřejmá, neboť byla popsána v předchozí kapitole, nebudu ji zde proto znovu popisovat.

Kontrola a diagnostika zajišťující spolehlivý chod těchto tvářecích strojů bude stejně jako u dalších zařízení zúčastněných v tomto PVST samostatně pospána v kapitole zabývající se touto tematikou.

Dalšími tvářecími stroji zahrnutými do tohoto PVST jsou tabulové nůžky, sloužící k nastříhání polotovarů ve formě tabulí plechu na nástřihy požadovaných rozměrů určených k

dalšímu zpracování. Tyto nůžky jsem zahrnul s ohledem na plnou automatizaci veškeré jejich činnosti do dvou samostatných nástřihových center, náležících jak k "většímu" tak i k "menšímu" výrobnímu systému.

Tato nástřihová centra by měla splňovat těchto několik základních požadavků:

- velikost síly tabulových nůžek použitých v těchto centrech by měla umožnit zpracování veškerých polotovarů
- zajistit automatickou manipulaci s polotovary, nástřihy i odpadem
- zajistit návaznost na další manipulační operace pomocí připojení na centrální řídicí počítač
- zajistit optimalizaci nástřihu
- zajistit dostatečnou výrobnost, a to v předstihu před dalšími tvářecími operacemi
- průběžně provádět diagnostiku a kontrolu různých funkcí .

Aby bylo možno vyhovět všem těmto požadavkům, skládají se tato nástřihová centra z tabulových nůžek, podávacích zařízení, zakladače a stohovacího zařízení, vychystávacích stanišť a řídicího systému.

Tabulové nůžky jsou s hydraulickým pohonem a zajišťují regulaci velikosti nástřihové mezery. Jsou rovněž vybaveny hydraulickým přidržovačem, jehož tlak je nastavován dle tlaku při vlastním stříhání.

Podávací zařízení je vlastně kuličkový stůl jehož rozměry odpovídají velikosti rozměrů zpracovávaných tabulí plechu. Tento stůl je vybaven několika systémy dorazu pro správn-

né ustavení tabulí stříhových polotovarů. Tyto polotovary mohou být opřeny o dorazy kleštin, boční nebo bodové dorazy. Předvolba jednotlivých dorazů je zadávána řídicím systémem celého nástřihového centra, dle naprogramovaných rozměrů a tvarů nástřihů.

Zakladač i stohovací zařízení jsou vlastně jakési portálové manipulatory umístěné před a za tabulovými nůžkami, které obstarávají jak přísun polotovarů na podávací stůl tak i odebrání nástřihů a jejich stohování na příslušných stohovacích stanovištích.

Pomocí zakladače a podávacího zařízení lze provádět lineární přemisťování i otáčení polotovarů, z čehož plyne, že kombinací těchto pohybů lze zhotovovat i různé vícehranné nástřihy.

I činnost těchto manipulačních zařízení je řízena pomocí řídicího systému nástřihového centra.

Co se týče samotného řídicího systému celého nástřihového centra, tento je schopen vedle výše popsaných činností provádět také optimalizaci nástřihu a tím zvyšovat účinnost celého zařízení. Je samozřejmě napojen na centrální řídicí počítač celého PVST, čímž je zajištěna potřebná koordinace všech jeho činností s dalšími operacemi probíhajícími v rámci výrobního procesu.

Činnost celého nástřihového komplexu je následující: Po získání pokynů z centrálního řídicího počítače určujícího, který z výrobků se bude v nejbližší době realizovat je inicializován software uložený v řídicím systému pro dané nástřihové centrum. To samé samozřejmě platí i pro mezioperační

dopravu obstarávající přísun polotovarů z centrálního skladu plechu. Po přísunu příslušného polotovaru ve tvaru tabulí plechu za pomoci indukčních vozíků, dojde k jeho přenechání na vychystávacím stanovišti. Po spuštění příslušného programu a přestavení veškerých parametrů nástřihového centra (dorazy, velikost, střižné mezery, úhel nástřihu ap.) společně s určením odkládacích stohovacích stanovišť, dojde k spuštění nástřihového centra. Zakladač plechu, vybavený separátorem zajišťujícím manipulaci pouze s jednou tabulí, přesune polotovar na podávací zařízení. Zde dojde k upnutí polotovaru a k jeho přesunu do tabulových nůžek, kde je proveden hlavní střižací proces. Po rozstříhání na příslušné nástřihy dojde k jejich odsunu na vychystávací stanoviště, odkud jsou poté portálovým stohovacím zařízením odebírány a dle rozměrů ukládány a tříděny do stohů. Při této příležitosti dojde i k oddělení odpadu, který je odkládán do palety určené k jeho dalšímu přesunu za pomoci indukčních vozíků. Stohovací stanoviště jsou vybavena kontrolním zařízením vysílajícím v případě dosažení určité výšky stohu (300mm) signál určený pro vozíky mezioperační dopravy, které tyto stohy dopraví do skladu nástřihů.

Dalším nástřihovým centrem, v tomto případě přiřazeným pro oba dílčí výrobní systémy, je nástřihové centrum realizující nástřihy požadovaných rozměrů a tvarů z polotovarů ve tvaru svitků plechu.

Požadavky kladené na toto nástřihové centrum jsou totožné s požadavky na nástřihová centra výše popsaná.

Toto nástřihové centrum se skládá z tabulových nůžek, vá-

lečkového podavače, stohovacího zařízení, rovnačky, dvoustranného odvíjecího zařízení, vychystávacích stanovišť a řídicího systému.

Popis jednotlivých částí tohoto nástřihového centra a jeho činnost je z určité části totožná s předchozími centry, proto popíši pouze jeho rozdílné prvky a funkce.

Po upnutí svitků plechu do odvíjecího zařízení dojde k navedení plechového pásu do rovnačky a do válečkového podavače. V rovnačce se provádí vyrovnávání natočeného plechového pásu a podávací zařízení společně s dorazy a upínkami přesouvá potřebné úseky pásu do tabulových nůžek. Zde dochází k samotnému nástřihu a přesunu nastříhaných dílů na vychystávací stanoviště odkud je odebírá portálové stohovací zařízení a provádí jejich stohování na určených stanovištích. K opakování této činnosti dochází do té doby, dokud není dosaženo potřebného počtu nastříhaných dílů. Zbývající činnost nástřihového centra již byla jednou podrobně popsána.

Jediné co stojí za povšimnutí je dvoustranné odvíjecí zařízení, kterého funkce spočívá v tom, že při odebírání plechového pásu z jednoho svitku lze na druhou stranu tohoto zařízení umístit plechový svitek náhradní, nebo svitek jiného rozměru, potřebný pro další činnost nástřihového centra. Pohon tohoto odvíjecího zařízení je elektrický s automatickým systémem aretace. Usazování svitků se provádí pomocí hydraulického přestavovacího zařízení. Veškeré funkce podávání na tomto zařízení jsou řízeny řídicím počítačem.

Výrobců zabývajících se výrobou podobných nástřihových center je mnoho, nebudu zde proto uvádět, která konkrétní za-

řízení by bylo možno k těmto účelům použít.

Dalším a posledním prvkem určeným k realizaci tvářecích operací v tomto PVST je autonomně pracující víceúčelové tvářecí centrum, zařazené do "menšího" výrobního systému. Toto tvářecí centrum může pracovat zcela samostatně, nebo ve spojení se zbývajícími tvářecími stroji, kdy provádí první operaci na výrobcích produkovaných tímto "menším" výrobním systémem.

Požadavky na toto tvářecí centrum jsou:

- dostatečná výrobnost a vysoká přesnost
- optimalizace nástřihu v případě vyřezávání obrysů
- schopnost zpracování veškerých polotovarů
- zajištění automatické manipulace s polotovary, nástřihy i odpadem
- vysoká spolehlivost
- zajištění návaznosti na další operace
- trvalá kontrola a diagnostika.

Jak je vidět, požadavky jsou vlastně shodné s požadavky kladenými na nástřihová centra.

Pro splnění všech těchto požadavků je nutné samotné toto centrum vybavit dalšími částmi, mezi které patří - vychystávací stanoviště, zakladač tabulí plechu, odbavovací a stohovací zařízení, rychlovýměnný nástrojový systém, řídicí systém a zdroje plynů, neboť toto centrum je vybaveno plazmovou řezací hlavicí.

Vychystávací stanoviště slouží k vychystávání stohů tabulí plechů, přivezených ze skladu nástřihů. Na tomto stanovišti dochází k jejich přenechání.



Zakladač tabulí plechu je zde pneumatický přísavkový nebo elektromagnetický se separátorem zajišťujícím manipulaci pouze s jednou tabulí. Slouží k přesunu tabule na samotný podávací stůl onoho tvářecího centra.

Odbavovací zařízení, které slouží jako stohovací je určeno pro přesun nařezaných meziproductů nebo konečných produktů na vychystávací stanoviště nebo pro odbavení odpadu vzniklého při výrobě na paletu určenou k jeho odsunu. Opět je vybaveno pneumatickými nebo elektromagnetickými přísavkami. Vedle odpadů větších, odsouvaných tímto zařízením, je menší odpad odsouván tak, že dochází k jeho propadu na pásový dopravník umístěný pod tímto centrem, který jej přepraví do ohradové palety. Tuto paletu po jejím naplnění odváží indukční vozík.

Toto lze konstatovat o velmi malých výrobcích realizovaných na tomto centru, které nepodléhají dalšímu zpracování. Ty jsou odvedeny pomocí pásových dopravníků do palety, kterou poté do výroby nebo do meziskladu odváží indukčně vedený vozík.

Rychlovýměnný nástrojový systém umožňuje tomuto centru během několika sekund provést výměnu pracovního nástroje a přejet tak na realizaci jiných otvorů nebo zcela jinou funkci, mezi které patří řezání plazmovou řezací hlavou, řezání závitů apod.

A právě možnost řezání plazmovou řezací hlavou je oním prvkem, který umožňuje tomuto tvářecímu centru provádět řezací operace na materiálech několik mm silných a realizovat tak rovinné výřezy nejrůznějších a velmi složitých tvarů. Proto jsem také toto centrum použil v navrhovaném PVST.

Řídící systém tohoto víceúčelového tvářecího centra je propojen s centrálním řídicím počítačem, kvůli koordinaci veškerých činností. Mimo to je schopen provádět optimalizaci nástřihu, řídit výměnu nástrojů, činnost všech manipulačních zařízení zúčastněných v procesu, řídit parametry plynů přiváděných do plazmové řezací hlavice a hlavně zabezpečovat upnutí polotovaru pomocí upínek a dorazů na podávacím stole, který je v tomto případě přímo součástí tvářecího centra a řídit veškeré jeho pohyby při realizaci všech velmi složitých operací prováděných tímto výrobním zařízením.

Stručný popis činnosti tvářecího centra.

Po pokynu z centrálního počítače dojde nejprve ke změně veškerých parametrů celého centra. Tímto je centrum připraveno produkovat určený výrobek.

Počáteční operace je navedení stohu plechů indukčním vozíkem ze skladu nástřihů a jeho přenechání na vychystávacím stanovišti. Odtud dále zakladač postupně odebírá jednu tabuli plechu za druhou a předá je na podávací stůl, kde dojde k jejich ustavení a upnutí pomocí automaticky ovládaných dorazů a upínek. Poté proběhne samotná tvářecí operace. Po dokončení všech tvářecích operací dojde k přesunu na podávacím stole a k přemístění hotových výrobků (meziproduktů) a odpadů pomocí odbavovacího a stohovacího zařízení na stohovací stanoviště v případě výrobků (meziproduktů) a na palety určené pro odpad v případě odpadů. Po dosažení určitého množství jsou poté tyto palety s výrobky (meziprodukty) odváženy k jejich dalšímu určení. Palety s odpady jsou taktéž odvezeny do míst určených ke skladování odpadů.

Samozřejmě, že i u tohoto tvářecího centra dochází k trvalé kontrole a diagnostice všech důležitých prvků a funkcí.

Navrhované tvářecí centrum může být nap. TRUMATIC, manip. mechanismy TRUMALIFT E,L.

#### 4.2.2. Tvářecí nástroje

Tvářecí nástroje jsou dalším prvkem tohoto PVST, zasluhující alespoň popis, neboť je to právě rychlovýměna těchto prvků, které je v poslední době v oblasti automatizace lisoven určených pro výrobu karosářských dílů věnována mimořádná pozornost. Tento mimořádný zájem je pochopitelný, neboť dlouhá výměna lisovacích nástrojů znemožňuje velmi důležitou vlastnost výrobních systémů, jakou je "pružnost" výroby. Časy nutné pro výměnu TN se v dnešní době nepočítají již na hodiny, jak tomu bylo dříve, ale na minuty.

Tvářecí nástroje, pomocí kterých je realizována výroba jednotlivých dílů produkovaných tímto PVST jsou velkého rozměrového rozpětí.

Hmotnost všech TN, bez ohledu zda budou použity do tvářecích strojů v "menším" nebo "větším" výrobním systému je značná, proto je nutno, aby veškeré činnosti s nimi prováděné probíhaly automaticky bez účasti obsluhujícího personálu.

Samotný proces výměny TN je nastíněn v popisu TS, nebudu zde proto popisovat možnosti dopravy TN a jejich výměnu v podélném nebo příčném směru k TS, popíši zde jiné důležité okolnosti.

Z požadavku plně automatizované rychlovýměny tvářecích nástrojů plyne, že veškeré rozměry důležité pro upínání TN mu-

sí být normalizovány a sjednoceny. Samotné upínání a uvolňování TN se provádí pomocí hydraulicky ovládaných upínek a dorazů, které podle pokynů z řídicího systému automaticky provádějí veškerou svou činnost.

Na vybraném konkrétním výrobním zařízení poté záleží zda k výměně TN v lise dochází za prvé tak, že vozík najíždí přímo do lisu nebo za druhé v něm v čase výroby neustále zůstává. Třetí možnost je ta, že vozík najíždí vedle lisu a přesun TN z dopravního vozíku do lisu je prováděn pomocí speciálních hydraulických mechanismů, vodících lišt a kuličkových elementů snižujících tření při přesunu TN z dopravního vozíku do TS. To samé je možno konstatovat i v opačném případě, tj. při vyjímání TN z výrobního zařízení (lisu) a jeho přesunu na manipulační vozík.

Větší tvářecí nástroje jsou upínány přímo za vlastní tělo nástroje, menší jsou připevněny na speciální normalizované desky, pomocí kterých poté dochází k jejich upnutí.

Samotný proces automatické výměny TN v lise se skládá, ač se to nezdá, asi ze třiceti různých operací, které musí probíhat v určitém sledu, což zajišťuje řídicí systém tvářecího stroje.

Nebudu zde proto jednotlivé operace popisovat, je však možno je alespoň shrnout do tří základních okruhů, kterými jsou:

- demontáž nástroje použitého
- změna seřízení stroje
- montáž nástroje nového

Skladování všech TN je řešeno pomocí dvou samostatných plně automatizovaných skladů, přiřazených ke každému výrobnímu systému. Zde je každému nástroji přiřazena prostřednictvím řídicího systému určitá pozice, z které je nástroj v případě potřeby vyzvednut a do které se po použití opět vrací. Manipulace s TN, tj. jejich ukládání a vyjímání je shodné s manipulací při zakládání TN do pracovního prostoru tvářecího stroje. Veškeré činnosti probíhají opět zcela automaticky.

Samotná rychlovýměna TN probíhá následovně.

Z centrálního řídicího počítače přichází v dostatečném předstihu před započatím výroby nového výrobku signál, určující, které nástroje budou v další fázi výroby použity. Po tomto signálu najíždějí manipulační vozíky určené pro manipulaci s nástroji do prostoru dislokace těchto nástrojů a následně probíhá plně automatizovaná činnost jejich přesunu na tyto vozíky, které poté vyčkávají na další pokyny z řídicího systému. Po skončení produkce předcházejícího výrobku najíždějí po příslušném signálu prázdné vozíky do lisů, kde dojde k automatickému uvolnění TN, k přesunu nástroje na vozíky a k jejich odjezdu z pracovního prostoru stroje. Po uvolnění příslušné dráhy najíždí vozík s novým TN do pracovního prostoru lisu a zde probíhá plně automatizovaný proces jeho ustavení a upevnění. Vozíky s použitými TN se přesouvají do pozic kontroly, odkud pro provedené kontrole odjíždějí buď do dílny určené k opravám a renovacím nástrojů nebo přímo do svých původních pozic ve skladu TN, kde opět proběhne plně automatizovaná činnost jejich uložení.

#### 4.2.3. Prostředky mechanizace a robotizace

Do těchto prostředků se zařazují hlavně zařízení pro operační manipulaci, zajišťující propojení mezi všemi prvky jednotlivých výrobních i nevýrobních zařízení.

Velice důležité je hlavně využití PRaM (průmyslových robotů a manipulátorů), které umožňují přejít od "tvrdé" automatizace k automatizaci "pružné", tolik preferované hlavně v automobilovém průmyslu.

Z hlediska technologie se na tato zařízení kladou následující požadavky:

- chod zařízení v automatickém cyklu, návaznost na další operace
- vysoká universálnost použití pro určitý rozsah součástkové základny
- plynulá regulace pohybů
- vysoká přesnost polohování
- vysoká rychlost manipulace
- vysoká spolehlivost
- rychlá přeseřiditelnost

V mnou navrhovaném PVST se vyskytuje několik typů těchto manipulačních zařízení.

Dominantní postavení mají hlavně PR (průmyslové roboty), zajišťující zakládání a vyjímání meziproduktů a hotových produktů do a z pracovních prostorů tvářecích strojů.

Mnou, pro použití navržené průmyslové roboty, by měly splňovat vedle výše uvedených požadavků pro všechna manipulační zařízení ještě tyto požadavky:

- vysokou universálnost
- značný dosah

Vysokou universálnost, jak z důvodu velkého sortimentu výrobků, s kterými budou provádět manipulační operace, tak také k vůli většímu počtu druhů jednotlivých úkonů, které budou s těmito výrobky dle konkrétních požadavků absolvovat.

Značný dosah z těch důvodů, že TS jsou od sebe přece jen trochu více vzdáleny než bývá obvyklé pro operační prostor robotů.

Až na jeden případ jsou všechny roboty mnou navržené závěsné, což má tu výhodu, že nedochází k blokování prostoru mezi lisy. Oním jediným robotem stojícím "na pevné zemi", je robot obstarávající, společně s robotem závěsným, otočení součásti následující po operaci tažení. Tyto roboty jsou umístěny mezi prvním a druhým TS "většího" výrobního systému, neboť tato operace bývá většinou první operací při výrobě složitých výlisků.

Všechny roboty jsou umístěny tak, aby v případě nutnosti byly schopny vyjmout výrobek z pracovního prostoru tvářecího stroje přemístit ne pouze do pracovního prostoru tvářecího stroje následujícího, ale také na kontejner odvázející hotové výrobky do skladu nebo k dalšímu zpracování. Tento případ nastává tehdy, pokud počet tvářecích operací je menší nežli pět u "většího" výrobního systému a tři nebo čtyři u "menšího" výrobního systému.

To samé platí i o manipulaci s meziprodukty.

Dále musí být PR schopen meziprodukt z tohoto kontejneru vyjmout a vložit do pracovního prostoru tvářecího stroje. Ten-

to případ může nastat, pokud dojde k poruše některého TS a k výrobě součásti nebude třeba využít všech (pět nebo tři) lisů.

Poté operativně dojde k posunu všech tvářecích operací a jeden stroj a porouchaný stroj se "překročí" právě oním popsaným způsobem, tj. že místo do tvářecího stroje vloží průmyslový robot meziprodukt do kontejneru, který jej po naplnění přesune na odebírací stanoviště následujícího, prvního fungujícího tvářecího stroje, odkud další průmyslový robot odebírá tyto meziprodukty a vkládá je do pracovního prostoru tohoto fungujícího stroje.

Všechny průmyslové roboty mohou být vybaveny buď pneumatickými úchopnými hlavicemi s podtlakovými přísavkami nebo úchopnými hlavicemi elektromagnetickými.

Tyto hlavice se skládají z nosného rámu, upínacích a uchopovacích prvků, snímačů a různých převodníků. Jsou konstruovány tak, aby výměna mohla probíhat plně automaticky, nebo alespoň za minimálního přičinění obsluhy.

Úchopných hlavic a nosných rámu není tolik, kolik je různých druhů výrobků, neboť každý nosný rám a tím i UH (úchopná hlavice) je vždy navržen a konstruován tak, aby byl po určitém přeseřízení schopen manipulace s větším počtem vyráběných součástí. A právě toto přeseřízení je asi jeden z mála úkonů, které musí obsluha v přípravě na následující výrobní operace s jistým předstihem vykonat, tak aby mohly být tyto UH včas umístěny do zásobníků na místech určených k jejich automatické výměně. Tyto rámy jsou tedy, dalo by se říci "stavebnicové" nebo alespoň "přestavitelné".



Při tomto přeseřzení dochází k pohybu s dalšími prvky tvořícími úchopnou hlavici.

Těmito prvky jsou uchopovací prvky (přísavky) u pneumatických úchopných hlavic, upínací prvky (elektromagnety) u elektromagnetických úchopných hlavic, dále různé dotykové i bezdotykové snímače přítomnosti předmětu v úchopné hlavici, převodníky apod.

Po přeseřzení a odzkoušení se takováto ÚH (úchopná hlavice) přemístí do zásobníku UH nedaleko průmyslového robota, kde poté v případě potřeby dojde k její automatické rychlovýměně. Pokud by toto nešlo realizovat automaticky, musela by výměnu provést obsluha. To by ale tento PVST nebyl "bezobslužný". Z těchto důvodů mi připadá vhodnější, kdyby všechny UH byly s elektromagnetickými upínacími prvky, neboť s elektrickými konektory není jistě tolik problémů jako s pneumatickými.

Snímače umístěné v UH robota jsou v podmínkách plně automatizovaných výrob nezbytně nutné pro zabezpečení návaznosti jednotlivých operací při manipulaci s výrobky. Tyto snímače, ať již dotykové nebo bezdotykové zajišťují tuto funkci i v případě mnou navrhovaného PVST. Plní zde však i jiné úkoly. Hlavním úkolem těchto snímačů je snímání přítomnosti objektu manipulace v chapadle. Až poté je vyslán příslušný signál, umožňující průmyslovému robotu manipulační operace při zakládání a vyjímání meziprojektu.

Dalšími důležitými úkoly jsou indikace posledního kusu meziprojektu v zásobníku, zabezpečení manipulace pouze s jedním objektem, bezpečné odložení meziprojektu do pracovního prostoru TS, zamezení vstupu PR do pracovního prostoru TS v do-

bě jeho činnosti apod.

Díky těmto svým funkcím tyto snímače vedle zabezpečení návaznosti jednotlivých operací zajišťují i zvýšení výrobnosti, dodržení technologické disciplíny, zvýšení spolehlivosti systému, zvýšení bezpečnosti a zabraňují porušení průmyslových robotů a dalších zařízení.

Samozřejmě, že každý PR má stejně jako další zařízení použitá v tomto PVST svůj vlastní řídicí systém napojený na centrální řídicí počítač.

Činnost PR při výrobním procesu je následující.

Po dokončení produkce určitého typu výrobku, kdy jsou PR v klidové poloze přichází z centrálního řídicího systému informace určující, který následující výrobek bude zaveden do výroby. Po této informaci každý robot najíždí do stanoviště výměny UH, kde dochází na předem určených stanovištích k plně automatické výměně použité UH za UH zde přichystanou (nebo toto provede obsluha). V řídicím systému průmyslového robota dochází k inicializaci příslušného programu, dle kterého PR má vykonávat manipulační operace při následujícím výrobním procesu. Nyní průmyslové roboty vyčkávají na signály od jednotlivých snímačů, které oznamují buď přítomnost nástřihů na vychystávacím stanovišti v případě první zakládací operace u prvního lisu, nebo provedení tvářecí operace a uvolnění pracovního prostoru v lisech následujících, aby mohly provést operace přiblížení, uchopení a přesunutí meziprojektu do pracovního prostoru následujícího lisu. Zde meziprojekt odloží a přemístí se opět do vyčkávací polohy, aby se celý proces mohl opakovat. Takto tedy PR vykonávají svou činnost až do změny

výrobního programu celého PVST.

Samozřejmě, že i u PR se provádí kontrola a diagnostika všech jejich funkcí a důležitých prvků.

Dalšími velmi důležitými prvky operační manipulace jsou pneumatické nebo elektromagnetické zakládací a odebírací (stohovací) mechanismy. Tyto mechanismy zajišťují opět návaznost mezi výrobními zařízeními a mezioperační manipulací.

Jsou umístěny v nástřihových centrech pro polotovary ve tvaru svitků i tabulí plechu, v autonomně pracujícím tvářecím centru v "menším" výrobním systému a jsou také součástí mazacího zařízení před první tvářecí operací ve "větším" výrobním systému.

Veškerá činnost těchto manipulačních mechanismů je řízena prostřednictvím řídicího systému příslušícího výrobnímu zařízení, ke kterým jsou tyto mechanismy přiřazeny.

Požadavky na tato zařízení kladené byly uvedeny již dříve, stejně jako byla popsána i jejich činnost, proto pouze stručně připomenu.

I zde nejprve centrální řídicí počítač určí výrobnímu zařízení jeho úkoly, z kterých poté plynou i úkoly pro tyto manipulační mechanismy.

Po informaci od snímače informujícího, že na vychystávacím stanovišti byl uložen příslušný stoh nástřihů, dochází k odebírání jedné tabule plechu za druhou a k ukládání do pracovních prostor jednotlivých zařízení. Po provedení tvářecích operací poté podobná zařízení dle programu v řídicím systému odebírají jednotlivé zpracované prvky (meziprodukty, hotové produkty) a provádí jejich stohování na příslušných stanoviš-

tích. Stejně odebírají i odpad a odkládají jej do palety určené pro odsun odpadu. Signál k odběru další tabule plechu toto zařízení obdrží až když je pracovní prostor (stůl) daných zařízení opět uvolněn. To samé platí i o přesunu materiálu z pracovního prostoru do odebíracího stanoviště.

Takto je tedy zajištěna návaznost jednotlivých operací, aby nedocházelo ke kolizím majícím vliv na kvalitu výroby, efektivnost a další důležité ukazatele charakterizující výrobní proces.

Stejně tak plní úkoly podávání polotovaru do výrobního zařízení i další manipulační mechanismy, mezi které patří válečkový podavač, rovnačka a dvoustranné odvíjecí zařízení umístěné na vstupu do nástřihového centra určeného pro zpracování polotovarů ve tvaru svitků plechu.

Činnost tohoto zařízení je také již jednou popsána.

#### **4.2.4. Prostředky pro skladování a mezioperační nmanipulaci**

Tyto prostředky jsou pro podobné PVST nutností, neboť bez těchto zařízení nelze zabezpečit plně automatizovaný chod žádného automatizovaného výrobního systému.

Požadavky kladené na tato zařízení:

- plně automatizovaný provoz
- centrální vedení evidence
- dostatečná nosnost
- zabezpečí návaznosti na ostatní operace probíhající v rámci výrobního procesu
- vysoká spolehlivost atd.

Mezi tato zařízení použitá v mnou navrženém PVST patří

plně automatizované sklady nástrojů, sklady nástřihů, regálové zakladače a překladače, vychystávací stanoviště, indukčně a kolejově vedené dopravní vozíky, všechny druhy palet a zásobníky UH. V literatuře poté bývá mezi tyto prostředky zařazeno i mazací zařízení.

Veškeré operace skladování, přepravování, dopravování a evidence jsou řízeny prostřednictvím centrálního řídicího počítače.

Nejpočetněji zastoupenými prvky mezioperační dopravy jsou v tomto systému indukčně vedené vozíky, zabezpečující přepravu tvářecích nástrojů, odpadu, nástřihů, meziproductů i konečných produktů. Těchto vozíků je několik velikostí, dle přepravovaných komponentů.

Největší vozíky používané k dopravě tvářecích nástrojů jsou dovybaveny speciálními lištami a hydraulickými mechanismy sloužícími k manipulační činnosti s tímto značně hmotným nákladem. Činnost těchto vozíků byla popsána v kapitole o tvářecích nástrojích.

Menší indukčně vedené vozíky slouží k přepravě nástřihů, meziproductů a hotových produktů.

V tomto případě vozíky po signálech přicházejících prostřednictvím centrálního řídicího počítače z jednotlivých vychystávacích stanovišť, do těchto stanovišť najíždějí, odeberají naplněné nebo vyprázdněné palety různých druhů a odvázejí je na další předem určená vychystávací stanoviště, kde tyto opět odkládají. Po takto provedené manipulaci vozík vyčkává na další pokyny, aby mohl plnit jiné předepsané úkoly. V těchto případech k vyslání povelového signálu dochozí pokud stoh

nástřihů dosáhne určité výšky, nebo pokud je výrobním zařízením odpočítán určitý počet provedených operací, tj. na paletě určené k přepravě je daný počet meziproductů nebo produktů nebo pokud je naopak paleta zcela vyprázdněna.

Samozřejmě, že po odsunu jedné palety je ihned dalším indukčním vozíkem na uvolněné vychystávací stanoviště přepravena paleta jiná, aby tak byla zajištěna potřebná kontinuita výrobního procesu.

Indukčně vedené vozíky stejné velikosti nebo menší obstarávají poté odvoz odpadů od jednotlivých tvářecích strojů a center. Zde přichází signál pro odvoz jednotlivých ohradových palet s odpadem po provedení určitého počtu tvářecích operací na příslušném výrobním zařízení, nebo dosáhne-li hladina odpadu v ohradové paletě určité úrovně, která je kontrolována prostřednictvím optických snímačů pracujících na principu vysílače a přijímače. I zde samozřejmě s odvozem jedné palety je zároveň přistavena paleta druhá, prázdná.

Dalšími možnými vozíky použitými v tomto PVST mohou být kolejové vozíky pro přepravu TN mezi sklady a výrobními zařízeními.

Já jsem však i v tomto případě dal přednost elegantnějším indukčně vedeným vozíkům.

Samozřejmě, že veškerá mezioperační manipulace je pomocí řídicího systému a další elektroniky řešena tak, aby nedocházelo ke kolizím jednotlivých vozíků.

Dalším prostředkem mezioperační dopravy jsou regálové zakladače a překladače, sloužící k manipulaci s nástřihy v centrálních plně automatizovaných skladech nástřihů. I tyto

prostředky jsou koordinovány prostřednictvím centrálního řídicího počítače.

Jejich činnost probíhá následovně.

Při zakládání, ke kterému dochází po signálu zvěstujícím dosažení určitého počtu nástřihů, nebo po dosažení určité výšky stohu přiváží indukční vozík tento stoh na vychystávací stanoviště, kde jej převezme regálový zakladač a uloží jej na příslušné místo, kterého pozice je zapsána do řídicího systému společně s množstvím kusů. Tyto informace jsou poté odeslány do centrálního řídicího počítače, aby tak byla vedena centrální evidence zásob a zároveň řízena další činnost nástřihového centra.

Při vyjímání takto skladovaných nástřihů je činnost opačná. Po signálu z centrálního řídicího počítače, určujícím který z nástřihů bude procházet výrobním procesem, najíždí tento překladač na místo jeho dislokace, kde provede jeho vyzvednutí a přemísťuje jej na určené stanoviště. Na tomto stanovišti dojde k přemístění onoho stohu nástřihů na indukční vozík, který jej dole přesouvá na předepsané vychystávací stanoviště k první tvářecí operaci.

Tato činnost se opakuje ještě před vyprázdněním daného vychystávacího stanoviště, tj. po určitém počtu operací, aby byla zajištěna potřebná kontinuita výroby.

Dalšími prvky mezioperační manipulace jsou různá vychystávací stanoviště, kterých funkce je zřejmá z přechozího popisu jednotlivých zařízení, stejně jako mazací zařízení jehož činnost je naznačena při popisu jednotlivých operací prováděných na výliscích produkovaných tímto PVST.

Pro mezioperační manipulaci jednotlivých komponentů se v rámci tohoto PVST používají palety ohradové i prosté.

Dalším prvkem zařazeným v literatuře pod okruh zařízení pro operační a mezioperační manipulaci jsou zásobníky úchopových hlavic. V těchto zásobnicích jsou na předem určených staništích vychystávány předem seřizené a připravené UH, aby při změně výrobního programu mohla proběhnout jejich plně automatizovaná výměna.

Posledním prvkem ze skupiny těchto prostředků jsou plně automatizované sklady TN a nástřihů. Tyto sklady jsou napojeny na centrální evidenci vedenou centrálním počítačem, aby tak umožňovaly dokonalý přehled o množství a umístění jednotlivých nástřihů a nástrojů a tím zajistily bezchybný chod celého PVST.

#### **4.2.5. Prostředky pro kontrolu a diagnostiku**

Pro podobná PVST, u kterých je snahou dosažení "bezobslužnosti" nebo alespoň omezení účasti člověka na výrobním procesu na minimum, je použití těchto prostředků provádějících nepřetržitou kontrolu a diagnostiku důležitých částí a funkcí jednotlivých zařízení nevyhnutnou podmínkou.

Tyto prostředky slouží hlavně k těmto účelům:

- odhalení závad
- zamezování haváriím
- zamezování zmetkové produkce
- zajišťování bezpečnosti
- zvýšení ukazatelů spolehlivosti celého systému



Samozřejmě, že všechna kontrolní a diagnostická zařízení jsou záležitostí elektroniky, propojené na centrální řídicí systém tak, aby v případě nebezpečí havárie byla včas přerušena činnost ohroženého zařízení a s ním i dalších mechanismů a v případě možnosti operativně změněn chod jednotlivých provozuschopných zařízení a tím obnoven chod celého systému.

To samé je možno říci i o kontrole kvality produktů, kde v případě zjištění jistých odchylek od předem stanovených mezí jsou tato zařízení schopna vyslat příslušné povely a tím zajistit návrat kvality produkce na normální, požadavkům kvality odpovídající stav.

U tvářecích strojů použitých v tomto PVST je prováděna diagnostika hlavně kontrolou následujících prvků a jejich parametrů, které při nesprávném fungování mohou zapříčinit změnu kvality produkce nebo porušení celého výrobního zařízení.

Snímáním dráhy a rychlosti pohybujících se elementů odhalujeme chyby vznikající v mechanismech těchto zařízení, stejně tak při snímání energetických parametrů.

Při snímání silových parametrů odhalujeme otupení nástroje nebo porušení nástroje, čímž je dán pokyn k jeho výměně nebo renovaci.

Při měření teploty hydrauliky a ložisek zjišťujeme stav jednotlivých ložisek a hydraulických mechanismů.

Při kontrole polohování a ustavení nástrojů kontrolujeme zda operace rychlovýměny TN proběhla v pořádku a během provozu poté zda nedošlo k poškození jednotlivých upínek nebo posuvu dorazů apod.

Měřením úrovně hladiny mazacích a chladících kapalin za-

jišťujeme, aby nedošlo k nežádoucímu zadření jednotlivých elementů.

Snímáním vibrací zjišťujeme zda trvá správné upnutí a usazení celého zařízení i další možné poruchy.

Kontrolou zda do pracovního prostoru TS je založen pouze jeden meziprodukt zabraňujeme možnému přetížení daného zařízení.

Dále je nutno provádět kontrolu správného založení meziproduktu do pracovního prostoru TS, vyjmutí meziproduktu z pracovního prostoru a tím jeho uvolnění apod.

U autonomně pracujícího tvářecího centra dále kontrolujeme tlak a čistotu plynu určených pro řezání plazmovou řezací hlavíci.

U průmyslových robotů a prostředků operační a mezioperační manipulace provádíme diagnostiku jednotlivých elementů pomocí těchto metod.

U pneumatických mechanismů kontrolujeme správné tlaky v různých místech mechanismu, abychom tímto zajistili správné silové parametry.

Tento parametr snímáme i u hydraulických mechanismů. Dále u hydraulických mechanismů snímáním teploty čerpadel a hydraulických nádrží kontrolujeme zda nedošlo k poruše čerpadla nebo jiného zařízení.

Snímáním úrovně hladiny kapaliny v nádrži kontrolujeme zda v některém místě hydraulického okruhu nedochází k úniku této kapaliny.

Dále snímáním poloh jednotlivých mechanismů za klidu i pohybu zjišťujeme zda se tato zařízení pohybují po předem pře-

depsaných drahách a zda tak správně plní předepsané úkoly.

Ta samé je možno konstatovat i o elektromechanických pohonech jednotlivých mechanismů.

U průmyslových robotů a operačních manipulátorů dále kontrolujeme přítomnost pouze jednoho výtvarku v úchopném mechanismu, jeho správné uchopení a správné odložení, orientace a v neposlední řadě i kvalitu.

Dále provádíme kontrolu zda došlo ke správnému přestavení jednotlivých mechanismů a ke změně programů.

U průmyslových robotů poté kontrolujeme zda k došlo k bezchybné výměně UH při změně výrobního procesu.

U indukčně vedených vozíků probíhá kontrola, zda tyto vozíky vždy dorazí na určené stanoviště, zda správně převeznou určený náklad a přesunou na stanoviště následující.

U skladu TN a nástřihů provádíme kontrolu správného uložení příslušných prvků a jejich správného vyzvednutí apod.

Podobným způsobem je možno provádět kontroly a diagnostiku dalších, více či méně důležitých prvků a funkcí jednotlivých zařízení.

Samostatně bych zde popsal ještě kontrolu kvality výrobků a TN prováděnou na speciálních, k tomu účelu vybudovaných stanovištích.

Jak bylo již uvedeno v části zabývající se popisem průchodu výtvarku tímto PVST, každý konečný produkt opouštějící tento výrobní systém musí mít možnost projít procesem kontroly kvality. Za tím účelem jsou také vedeny dráhy indukčně vedených vozíků v blízkosti centra pro kontrolu kvality výrobků.

Vždy po určitých cyklech je některý z vozíků naveden na toto kontrolní stanoviště, kde dojde k odebrání hotového výrobku, který je podroben kontrole jakosti za pomoci souřadnicového měřicího stroje a dalších kontrolních zařízení.

Kontrola TN je prováděna tak, že po ukončení výrobních operací na každém TN, nebo v případě zjištění větší tvářecí síly, signalizující jeho otupení nebo při jeho porušení je tento TN naveden na stanoviště určené k jeho kontrole. Pokud je na TN zjištěna závada nebo odhalena možnost jejího vzniku, je tento TN odeslán do dílny, kde dochází k jeho opravě a renovaci. Po renovaci je příslušný TN opět zkontrolován a poté je stejně, jako v případě, že nebyl porušen odeslán zpět na své stanoviště ve skladu TN.

Kontrolou TN i výrobků je zamezeno zbytečné produkci zmetků, porušení zařízení, zajištěna bezpečnost práce a tím zabezpečena vyšší spolehlivost celého PVST.

#### **4.2.6. Prostředky řízení**

Pro dosažení dostatečné flexibility a "bezobslužnosti" každého PVST je třeba mít dopodrobna zpracovaný systém řízení celého výrobního systému, aby tak byla zajištěna návaznost jednotlivých výrobních i nevýrobních operací prováděných během výrobního procesu a jejich dokonalá koordinace.

Základem takového řešení je centrální řídicí počítač pracující v režimu DNC, který je v nepřetržitém dialogu s řídicími systémy jednotlivých zařízení, aby tak zajistil plně automatický režim chodu příslušného výrobního systému.

V případě mnou navrženého PVST by bylo nejspíš vhodné použít dva takovéto centrální řídicí počítače. Jeden by koordinoval chod "většího" výrobního systému a druhý "menšího" výrobního systému, neboť tyto systémy nemají žádné společné komponenty. Vedle centrálního řídicího počítače, má poté každý složitější prvek svůj vlastní řídicí systém. Sem lze zařadit nástřihová centra, tvářecí centrum, jednotlivé tvářecí stroje, roboty, sklady nástřihů apod.

Dalšími prvky, podílejícími se na řídicím procesu a sloužícími k zajištění potřebné návaznosti jednotlivých operací jsou různé typy kontaktních a bezkontaktních snímačů, bez jejichž účasti by nebylo možné docílit plně automatizovaného chodu celého PVST. Tyto snímače podávají příslušné signály o počtu provedených operací, o přítomnosti výtvarku v pracovním prostoru TS a jeho opuštění, o vyprázdnění nebo naplnění vychystávacích stanovišť polotovary, meziprodukty, konečnými produkty i odpadem, o dosažení předepsaných stanovišť a poloh prostředky operační a mezioperační manipulace apod.

Činnost centrálního řídicího počítače, řídicích systémů jednotlivých zařízení i příslušných snímačů jsem podrobně nastínil při popisu činnosti jednotlivých komponentů celého PVST, proto zde nebudou jednotlivé sekvence probíhající při výrobním procesu znovu popisovat. Snad by stálo za to, připomenout pouze, že dle předem daného výrobního programu centrální řídicí počítač, jakožto vyšší hierarchicky nadřazený stupeň řízení, při přechodu na nový výrobek určuje jednotlivým prvkům PVST a jejich vlastním řídicím systémům jejich funkce a úkoly a zpět-

ně od nich přijímá různá hlášení o stavu zařízení, poruchách, počtu vyrobených kusů, provádění manipulace ap., a v případě potřeby vypracovává náhradní strategii pro pokračování chodu systému v plně automatickém režimu. V nejhorším případě upozorňuje obsluhující personál o nutnosti provedení zásahu a tím uvedení daného poruchového zařízení do původního provozuschopného stavu.

Tímto je tedy možno dle mého názoru ukončit stručný popis jednotlivých komponentů, které jsou součástí mnou navrhované studie PVST, jejich specifik a činností.

Dříve nežli provedu závěrečné zhodnocení mnou navrženého řešení, je vhodné si stručně v několika bodech nastínit postup při projektování a realizaci samotného PVST, pro který může být podkladem právě podobná studie PVST.

#### **4.2.7. Postup při projektování a realizaci PVS**

Dle literatury [4] je nutné činnost při projektování a realizaci PVS složit z následujících několika kroků.

Prvním nezbytným krokem při této činnosti je sběr informací a konkretizace zadání, kde dochází ke sběru základních technicko-ekonomických informací a výrobním programu konkrétního podniku a k jejich zhodnocení, aby na jejich základě došlo k rozhodnutí, pro kterou fázi výroby bude nejvhodnější realizovat vybudování PVS.

Druhým krokem je poté vlastní projektová příprava PVS, zahrnující v sobě několik stěžejních úkolů, které zde pouze vyjmenuji a nebude je podrobně rozepisovat.

- a) Dochází ke zpracování výstupních údajů ve smyslu technického zadání, kde je proveden soupis všech požadavků pro realizaci PVS.
- b) Dle výrobního programu a fáze výroby, pro kterou bylo rozhodnuto realizovat PVS, dochází k výběru konkrétní výrobní metody a jejich dílčích složek.
- c) Jsou provedeny kapacitní propočty pro toto řešení.
- d) Dochází k výběru konkrétních výrobních zařízení, nejvíce odpovídajících požadavkům pro řešení PVS.
- e) Je provedeno propojení jednotlivých funkcí celého PVS.
- f) Dle dvou předchozích bodů, tj. na základě výběru konkrétních VZ a jejich počtu a dle požadavku propojení jednotlivých funkcí celého PVS dochází k návrhu prostorového řešení celého PVS a ke geometrickým propočtům.
- g) Je zpracován návrh funkčního režimu činnosti celého PVS a provedena simulace chodu celého PVS.
- h) Po splnění všech požadavků bodu g) je proveden výpočet všech technicko-ekonomických ukazatelů systému, mezi které patří všechny druhy nákladů, pružnost, spolehlivost apod.
- ch) Pokud vyhovují i tyto propočty je vypracována výstupní dokumentace celého systému a jsou vypsány všechny kvantitativní údaje o projektu.

Po splnění všech předchozích bodů je možno přistoupit ke třetí, závěrečné a finální části a tou je samotná realizace mnou navrženého PVS.

To samé je možno samozřejmě konstatovat i o PVST.

## 5. Dispoziční uspořádání

Viz příloha této diplomové práce, znázorňující mnou navržený PVST.

### Vysvětlivky:

1. - tvářecí stroje (lisy)
2. - tabulové nůžky pro nástřih z polotovaru ve formě tabulí plechu
3. - tabulové nůžky pro nástřih z polotovaru ve formě svitku plechu
4. - autonomně pracující tvářecí centrum (Trumatic)
5. - plně automatizované sklady nástrojů
6. - plně automatizované sklady nástřihů
7. - mazací zařízení
8. - průmyslový robot (závěsný)
9. - průmyslový robot (pozemní)
10. - odbavovací a stohovací zařízení
11. - zakládací zařízení (zakladač)
12. - dvoustranné odvíjecí zařízení
13. - rovnací zařízení
14. - válečkový podavač
15. - regálový zakladač přístřihů
16. - regálový překladač přístřihů
17. - zásobník úchopných hlavic
18. - zakladač tabulí plechu pro tvářecí centrum (Trumalift L)
19. - odbavovací a stohovací zařízení pro tvářecí centrum (Trumalift E)
20. - vychystávací stanoviště (polotovary - tybule plechu)



21. - vychystávací stanoviště (polotovary - tabule plechu)
22. - vychystávací stanoviště pro mazací zařízení
23. - vychystávací stanoviště pro regálový zakladač přístřihů
24. - vychystávací stanoviště pro regálový překladač přístřihů
25. - vychystávací stanoviště před 1. tvářecí operací (větší systém)
26. - vychystávací stanoviště pro operaci mazání
27. - vychystávací stanoviště pro stohování nástřihů
28. - vychystávací stanoviště pro odvoz odpadu od tvářecího centra
29. - vychystávací stanoviště pro stohování meziproduktů a hotových produktů od tvářecího centra
30. - vychystávací stanoviště před 1. lisem provedenou operací (menší systém)
31. - vychystávací stanoviště pro odvoz hotových produktů a meziproduktů od jednotlivých lisů
32. - vychystávací stanoviště pro odvoz odpadu od nástřihových center
33. - vychystávací stanoviště pro odvoz odpadu od jednotlivých lisů
34. - souřadnicový měřicí stůl
35. - měřicí aparatury
36. - vychystávací stanoviště ve stanici kontroly a diagnostiky
37. - stanice kontroly a diagnostiky hotových produktů
38. - stanice kontroly a diagnostiky tvářecích nástrojů
39. - dílny pro opravu a renovaci tvářecích nástrojů
40. - dráhy indukčně vedených vozíků pro přísun polotovarů z centrálního skladu polotovarů

41. - dráhy indukčně vedených vozíků pro manipulaci s tvářecími nástroji
42. - dráhy indukčně vedených vozíků pro odsun hotových produktů
43. - dráhy indukčně vedených vozíků pro odsun palet s odpady

## 6. Zhodnocení navrženého řešení

Ještě před samotným závěrem ukončujícím tuto diplomovou práci, bych rád provedl stručné zhodnocení mnou navrženého PVST.

Protože u takovéto studie nelze provést ekonomické zhodnocení, neboť není na úrovni projekce, pokusím se zde sepsat alespoň výhody, které by podobný PVST měl uživateli nabídnout.

Je možno konstatovat, že vyplnění základního požadavku, kladeného na tento systém, tj. dosažení jeho dostatečné "pružnosti" je jeho základní výhodou. Tato výhoda se projevuje velmi rychlým přechodem celého výrobního systému na produkci nové součásti v rámci jednoho výrobního programu, kdy dochází pouze k výměně tvářecích nástrojů v jednotlivých tvářecích strojích a úchopných hlavic průmyslových robotů. Zbývající změny, tj. změny činnosti jednotlivých výrobních a nevýrobních zařízení jsou realizovány prostřednictvím změn softwarového vybavení v jejich řídicích systémech a v centrálním řídicím počítači.

Dojde-li poté i ke změně celkového výrobního programu, tj. v tomto případě k přechodu na nový typ vozu, stačí pouze vyměnit všechny nutné tvářecí nástroje celého systému a zbytek změn nutných při seřizování jednotlivých výrobních i nevýrobních zařízení provést prostřednictvím celkové změny softwarového vybavení jednotlivých řídicích systémů a centrálního řídicího počítače.

Poté, uvažujeme-li, že i úchopné hlavice budou moci být znovu použity po jejich opětovném seřizení, může celý výrobní systém přejít opět na určenou výrobní činnost.

Další výhodou tohoto systému je jeho schopnost realizovat

veškeré tvářecí operace nutné ke komplexnímu zhotovení všech jím produkováných součástí, tj. operace od nástřihu polotovaru přicházejícího ve tvaru tabulí plechu nebo svitků až po získání konečného tvaru výstupního produktu, odcházejícího k dalšímu zpracování (montáž, povrchové úpravy apod).

Tím, že je snahou koncipovat celý tento PVST jako "bezobslužný", je možno uvést další výhody, které s sebou tato jeho vlastnost nese.

Za prvé, tím, že dochází k plné automatizaci všech operačních i mezioperačních manipulačních činností, dochází k jejich maximálnímu zkrácení a tím ke zvýšení výrobnosti celého systému.

Za druhé dochází k podstatnému snížení počtu obsluhujícího personálu a k zlepšení pracovních podmínek jeho činnosti, která je v tomto případě omezena spíše na funkci kontroly a drobného provádění oprav.

Za třetí je prováděna nepřetržitá kontrola a diagnostika všech důležitých prvků a funkcí jednotlivých zařízení a tím sníženy na minimum náklady nutné na opravy výrobních a nevýrobních zařízení, snížena produkce zmetků a tím zvýšena bezpečnost provozu, spolehlivost celého systému a celková produktivita výroby.

Za čtvrté je možno takto koncipovaný PVST využít v třísměnném provozu a tím docílit jeho maximální využití a zkrátit tak dobu návratnosti vložených investic do celého systému a tím zvyšovat rentabilitu výroby.

Docílení dostatečné "pružnosti" a výrobnosti celého systému poté také umožňuje snížit počet jednotlivých výrobních

zařízení na nezbytně nutné minimum. Jako příklad lze uvést, že pro realizaci výroby jednotlivých dílů pro vůz Škoda PICK-UP je za původních podmínek výroby třeba přes dvacet lisů, zatímco v mnou navrhovaném PVST je těchto lisů osm plus jedno tvářecí centrum.

Snížením počtu výrobních zařízení se dále docílí úspory výrobních ploch, potřebných pro umístění těchto výrobních zařízení.

Vyjmenováváním dalších výhod tohoto PVST, začínaje zvýšením jakosti produkce až po centrální evidenci, pomocí které docílujeme neustálého přehledu o stavu zásob, kvalitě produkce a dalších ukazatelích výrobního procesu konče, bych mohl ve vyjmenovávání jednotlivých kladů tohoto systému pokračovat. Je však nutné se zmínit i o jedné velké nevýhodě a překážce v budování tohoto a podobných systémů a tou je značná finanční náročnost, kterou si vyžaduje její realizace.

Tato nevýhoda se projeví zvláště pokud výrobce, který se rozhodl podobný systém PVST využívat, nemá zcela vyjasněnou koncepci dalšího výrobního programu a tím zhoršuje celkové podmínky využití tohoto PVST.

To však neplatí o automobilovém koncernu Škoda Mladá Boleslav a jeho pobočném závodě v Kvasinách. Proto si také dovoluji prohlásit, že pro tento koncern musí být vybudování podobných PVST pouze přínosem.

## 7. Z á v ě r

Závěrem této diplomové práce bych chtěl ještě jednou připomenout, že jejím zadáním bylo vypracovat studii PVST, schopného realizace výroby karosářských dílů rozmanitého sortimentního složení.

Mou hlavní snahou samozřejmě bylo vybrat taková výrobní a nevýrobní zařízení, která by umožnila dosažení dostatečné pružnosti při přechodu celého výrobního systému z produkce jednoho druhu výrobku na výrobek jiný.

Dále jsem se snažil při realizaci této diplomové práce koncipovat tuto studii tak, aby mnou navrhovaný PVST obsahoval taková výrobní zařízení, která by umožňovala realizovat veškeré přetvárné operace nutné při výrobě jednotlivých karosářských dílů, tj. veškeré operace od vstupu polotovaru do tohoto systému, ve tvaru svitků nebo tabulí plechu, po výstup finálních produktů, vhodných pro další zpracování.

Vedle výrobních zařízení umožňujících realizaci všech přetvárných operací, jsem se snažil začlenit do tohoto systému i další pomocná, tzv. nevýrobní zařízení, která jsou vedle zajištění dostatečné pružnosti celého systému schopna ve spojení s jednotlivými výrobními zařízeními zajistit plně automatizovaný režim chodu celého výrobního systému a tím také zabezpečit jeho "bezobslužnost", dosažení které bylo dalším důležitým cílem, který jsem si předsevzal při koncipování studie tohoto PVST, s ohledem na veškeré přednosti, které tato vlastnost výrobních systémů s sebou nese.

Ještě před úplným závěrem musím upozornit, že právě díky skutečnosti, že tato práce je pouze jakousi studií si plně uvědomuji, že celý PVST je možno koncipovat mnoha jinými způsoby, záleží na jednotlivých hlediscích, cílech a jejich prioritách, které si člověk, zabývající se koncipováním takovýchto PVST, určí.

Závěrem bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Milanu Vytlačilovi, CSc za poskytnutí potřebných literárních podkladů a za odborné připomínky vznášené během vypracovávání této diplomové práce.

## Seznam použité literatury

1. Kolektiv: Pružné výrobní systémy ve tváření. INPRO. Praha 1989
2. Blaščík, F. - Kmec, J.: Automatizácia technologických pracovísk v plošnom tvárnení. Alfa. Bratislava 1989
3. Kolektiv: Komplexní automatizace. INPRO. Praha 1989
4. Bekes, J. - Kováč, J. - Vaský, J: Automatizacia inženiarských prác. SVŠT Bratislava 1990



38

5

5

34

35

35

36

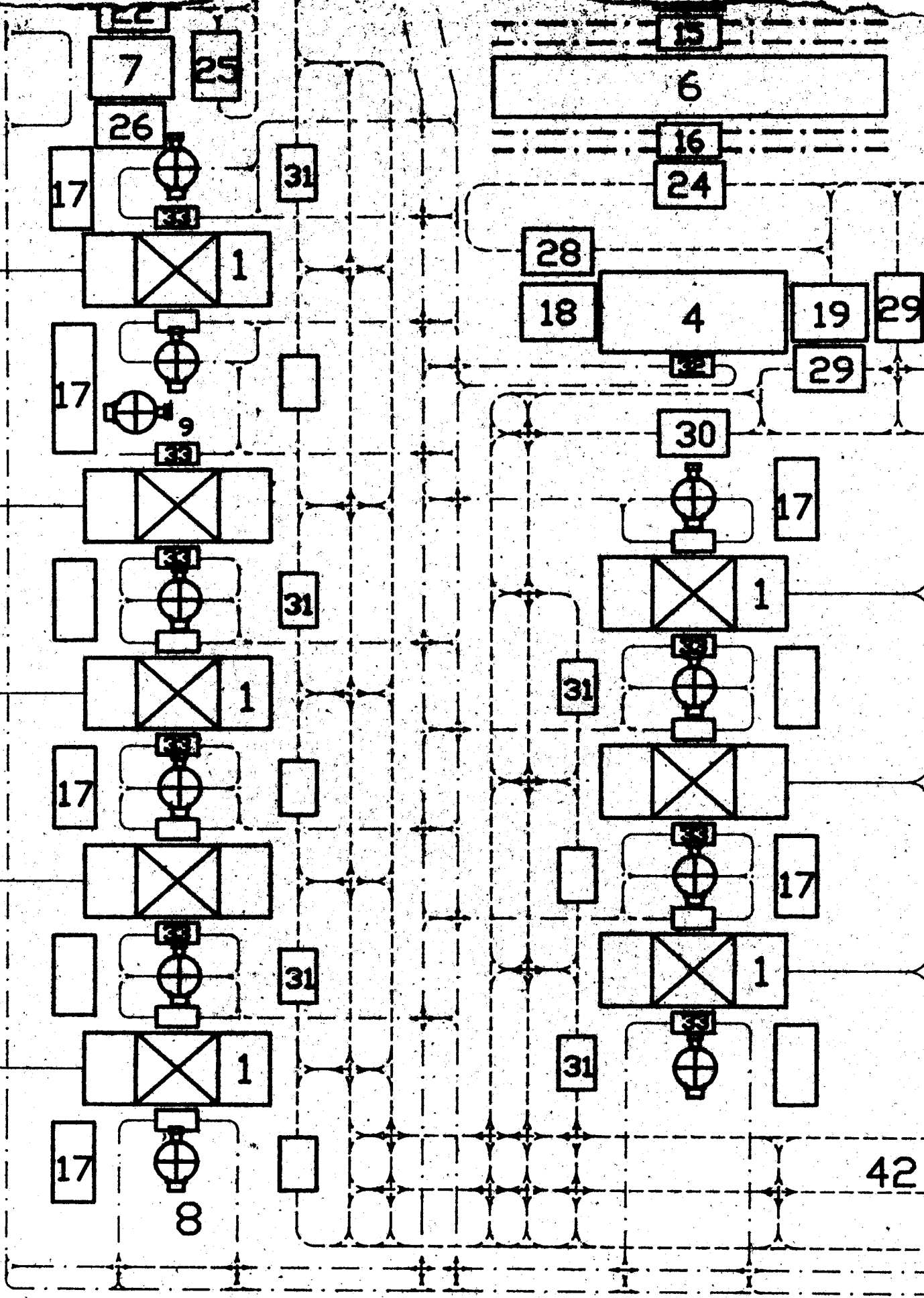
37

hotove produkty

odpad

43

b>.



zliční uspořádání PVST (půdorysný pohled)

5

[Redacted]

5

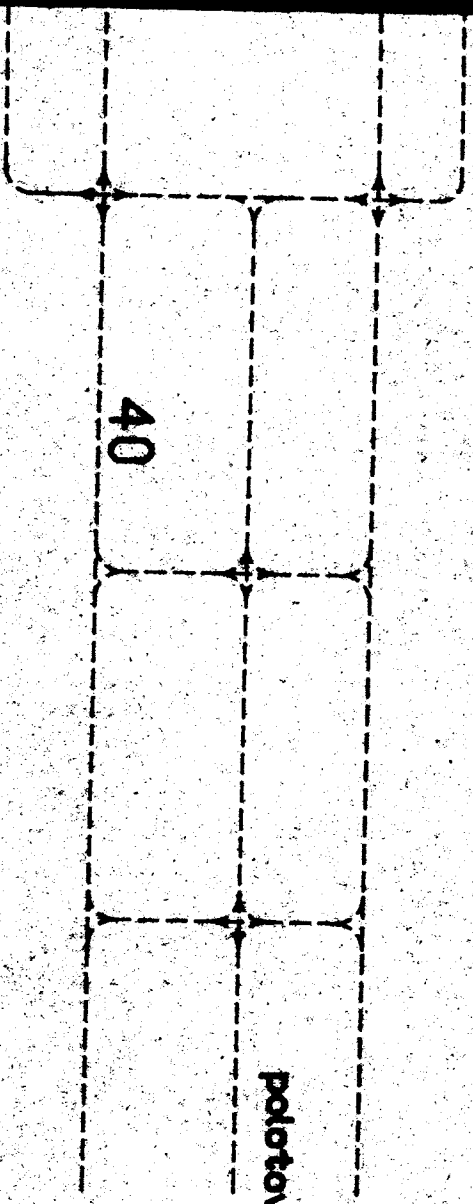
[Redacted]

41

5

Dispo

1

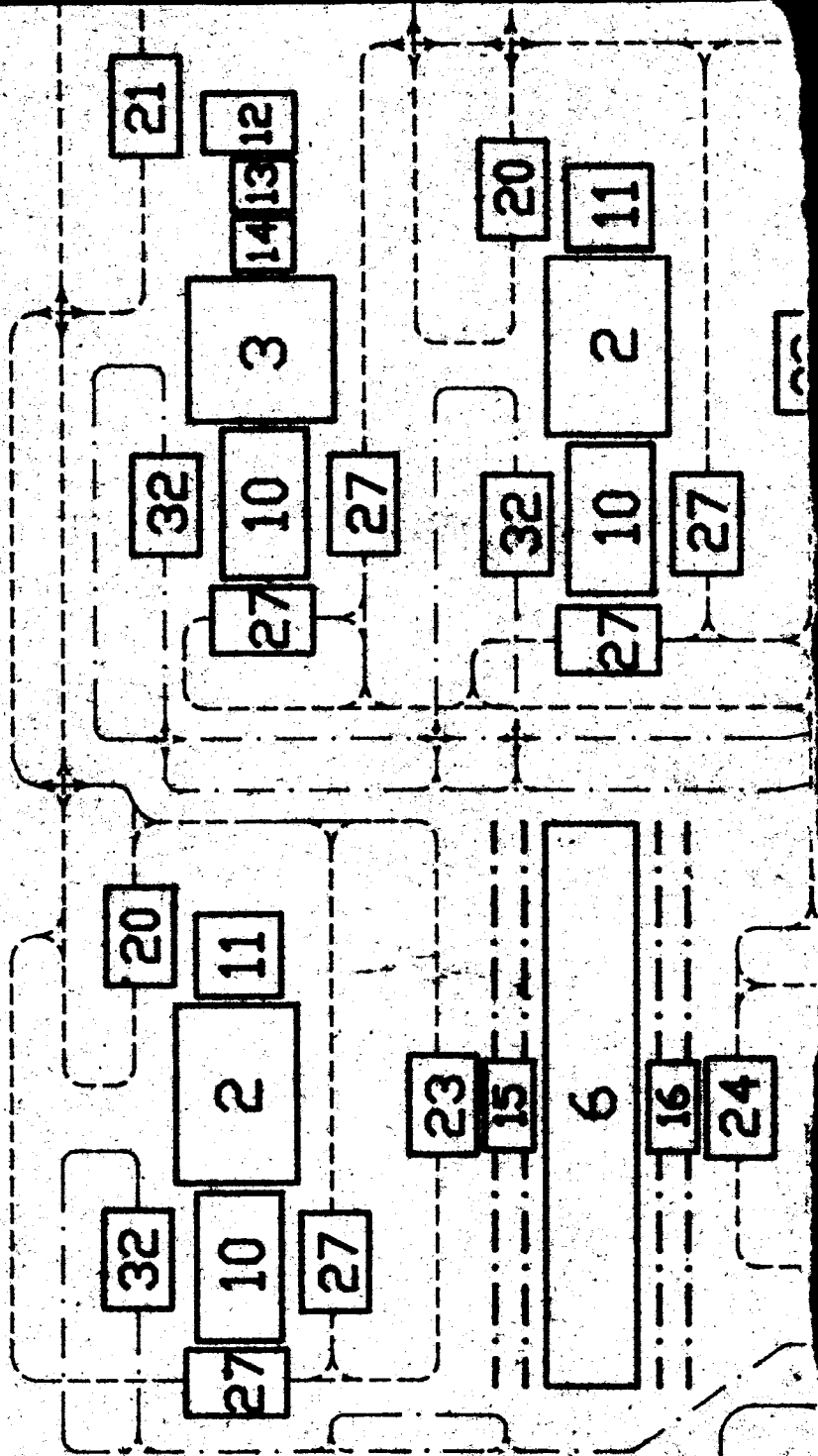


40

polotovary

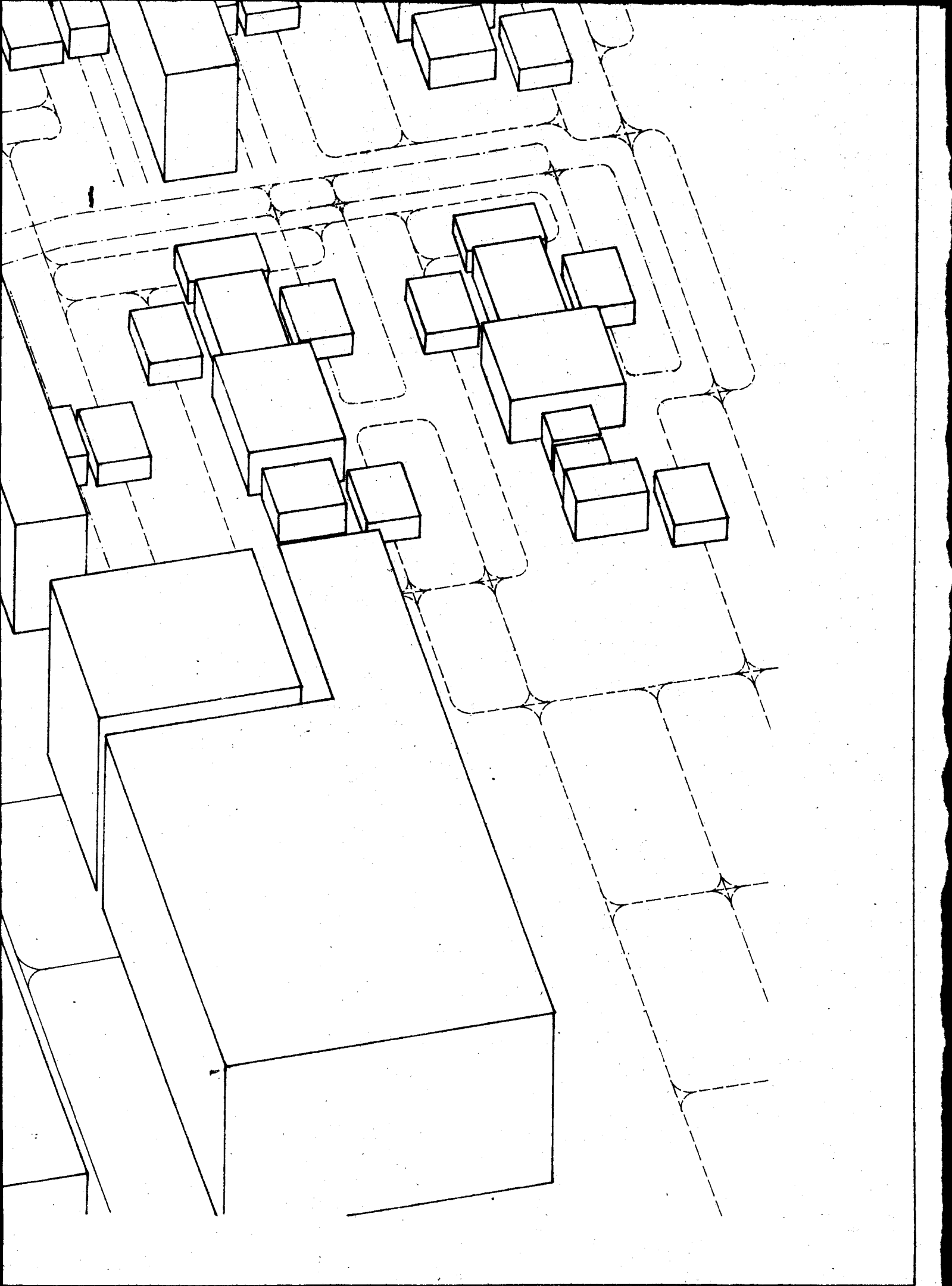


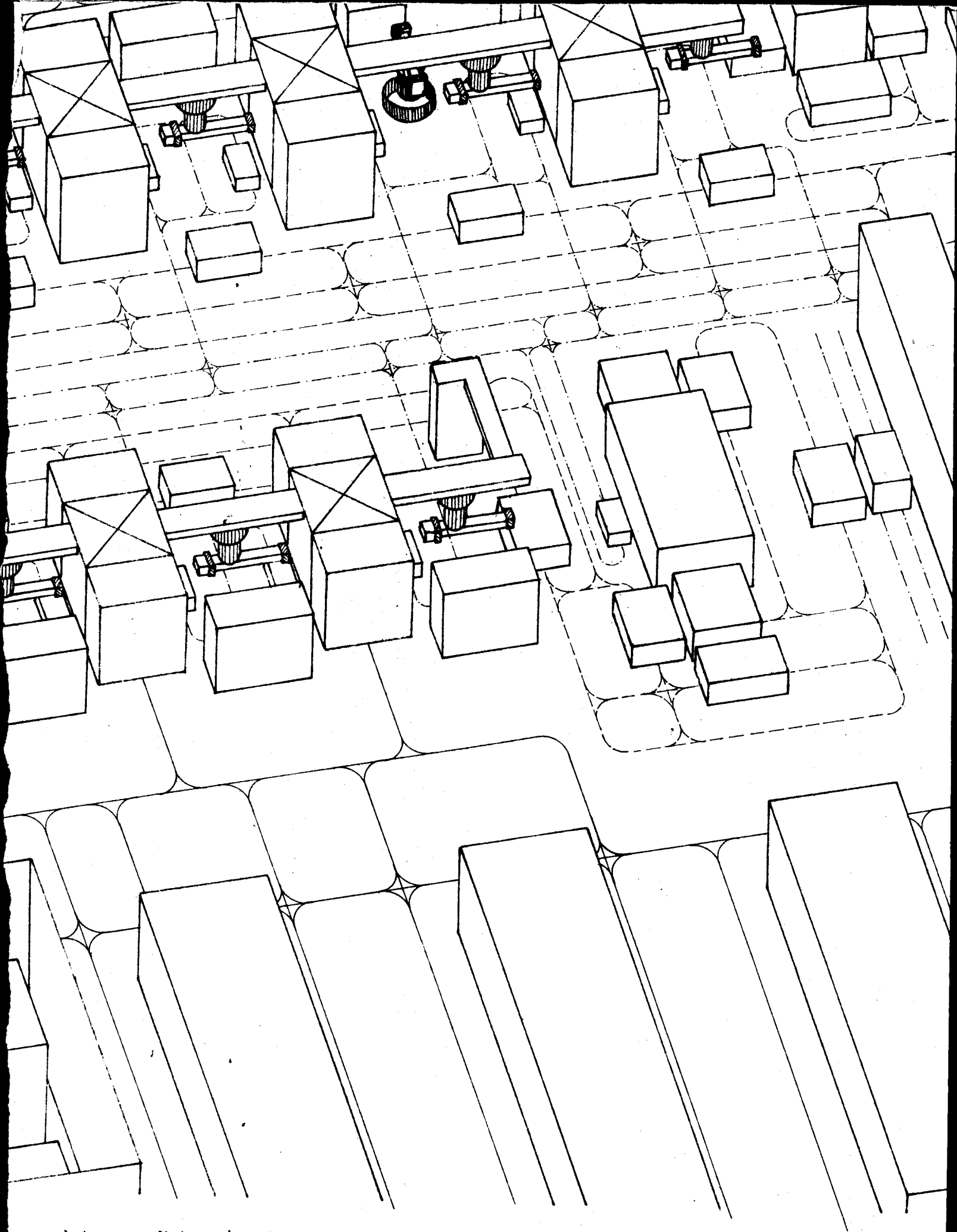
28



39

38





Uspořádání PVST.



