

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra technické kybernetiky Školní rok: 1992/93

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro Tomáše VOSÁHLA

obor 23-40-8 ASŘ výrobních procesů ve strojírenství

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

Název tématu:

Simulace výroby válečků v a.s.ATESO

Zásady pro vypracování:

- 1) Seznamte se se současným stavem výroby válečků v a.s.ATESO Jablonec n.L. se zřetelem na jednotlivé etapy výroby (zinkování, obrábění, montáž).
- 2) Sestavte počítačový model pro technologii výroby ad 1). Využijte programovací jazyk PC-Simula.
- 3) Model sestavte tak, aby měl uživatel možnost interaktivně měnit strukturu montážní linky.
- 4) Simulací ověřte průchodnost linky.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ

Ústřední knihovna

LIBEREC I, STUDENTSKÁ 6

PSČ 461 17

171 / 1730

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146075527

Rozsah grafických prací:

Rozsah průvodní zprávy: 35-40 stran

Seznam odborné literatury:

Přímé podklady a.s.ATESO

Benda, Z.-Stauděk, J.: Programování v jazyku SIMULA-67. SNTL, Praha 1978

Manuály PC-SIMULA

Weinberger, J.: Objektově orientované programování a jeho aplikace v diskrétní simulaci.

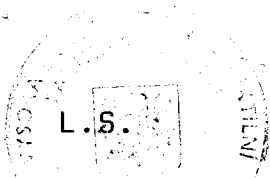
Vedoucí diplomové práce: Ing. Libor Tůma

Konzultant: Miroslav Kouřil, vrchní mistr obrábění,
a.s.ATESO

Jiří Horváth, vrchní mistr montáže,
a.s.ATESO

Zadání diplomové práce: 31.10.1992

Termín odevzdání diplomové práce: 28.5.1993



Vedoucí katedry

Vojtěch Konopa
Doc. Ing. Vojtěch Konopa, CSc.

Děkan

Jaroslav Exner
Prof. Ing. Jaroslav Exner, CSc.

V Liberci

dne 19.10. 1992

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ

FAKULTA STROJNÍ

TOMÁŠ VOSÁHLO

SIMULACE VÝROBY VÁLEČKŮ V a. s.

ATESO

DIPLOMOVÁ PRÁCE

1993

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

V Liberci dne 27.5.1993

Tomáš Vosáhlo

Tomáš Vosáhlo

O B S A H

1. ÚVOD

1.1 Rozvoj výpočetní techniky

1.2 Historie a současný stav v a.s. ATESO

2. TECHNOLOGIE VÝROBY A MONTÁŽE A POPIS FUNKCE BRZDOVÝCH VÁLEČKŮ

2.1 Obecně o brzdových válečcích

2.2 Funkce a popis brzdového válečku ŠKODA a LUCAS

2.3 Funkce a popis brzdového válečku PCRV

2.4 Předvýrobní proces u brzdových válečků ŠKODA

2.5 Předvýrobní proces u brzdových válečků LUCAS

2.6 Předvýrobní proces u brzdových válečků PCRV

2.7 Montáž brzdového válečku PCRV

3. ANALÝZA PROGRAMOVÉHO MODELU

3.1 Zvolený software

3.2 Grafické schema problému

4. PROGRAMOVÁ REALIZACE

4.1 Obecně o programovacím jazyku PC-Simula

4.2 Konkrétní popis tříd programu

5. VÝZNAM A PŘÍNOS DIPLOMOVÉ PRÁCE

1. Ú V O D

1.1 Rozvoj výpočetní techniky

V poslední době zaznamenává svět prudký rozvoj výpočetní techniky a její průnik prakticky do všech oborů lidské činnosti. Velmi rychle narůstá počet firem, které obchodují s výpočetní technikou v oblasti vlastních zařízení (hardware) i s programovým vybavením (software). Jsou to většinou firmy zahraniční nebo firmy se zahraniční účastí, ale objevují se i firmy s výlučně českým kapitálem. Cíl všech těchto firem je však stejný: zavádění výpočetní techniky do všech rozličných oborů lidské činnosti, to samozřejmě znamená i její zavádění do výuky na školách. To má samozřejmě značný význam, mladí lidé se naučí pracovat s počítačem a orientovat se ve výpočetní technice již ve škole a ihned po nástupu do praxe tyto znalosti využijí. Výpočetní technika má velký význam i při zpracování numericky složitých výpočtů, řeší problémy výběru optimálního řešení, provádí výpočty při regulaci systémů, je schopna programově řídit různé obráběcí stroje, napomáhá při tvorbě databank, při archivaci, při tvorbě technické dokumentace atd. Při každém řešení takového problému je třeba zvolit správné programové vybavení (software), aby byl přínos výpočetní techniky efektivní.

V loňském roce byl nainstalován na Vysokou školu strojní a textilní, na katedru technické kybernetiky zcela nový software - PC Simula. Právě s tímto programovacím jazykem se blíže seznámit je úkolem mé diplomové práce a použít tento jazyk při modelování montážní linky na výrobu brzdových

válečků v podniku a.s. Ateso Jablonec nad Nisou.

1.2 Historie a současný stav v a.s. ATESO

Výroba a montáž brzdových válečků se provádí v závodě 01 - Autobrzdy Jablonec nad Nisou. Je to jeden z největších podniků nejen v jabloneckém okrese, ale i v sousedním libereckém okrese a jeden z předních podniků celého severočeského regionu. Vyniká jak velikostí, tak i kvalitou výroby.

Současný výrobní program je orientován na následující zařízení (za každým zařízením následuje v závorce údaj o objemu produkce):

- topení (31,8 %)
- vzduchové brzdy (26,3 %)
- hydraulické brzdy (21,4 %)
- teleskopické tlumiče (12 %)
- elektropříslušenství (4,7 %)
- vzduchové pérování (1,9 %)
- filtrace (1,9 %)

Historie a.s. Ateso se datuje od 17. července 1952. V tento den byla podepsána zřizovací listina tehdy národního podniku Autobrzdy Jablonec nad Nisou. Vlastní činnost podniku pak byla započata 1. ledna 1953. A.s. Ateso se z tohoto národního podniku stává 1. července 1989. 1. ledna 1993 se ustavují Autobrzdy, společnost s ručením omezeným, jako mateřská společnost generálního ředitelství a.s. Ateso. Struktura závodů bývalého národního podniku zůstala ponechána v původní podobě. Dnes se společnost skládá ze šesti závodů: závod 01 - Jablonec nad Nisou je orientován na výrobu

komponentů diskových brzd a jejich montáž.

závod 02 - Hodkovice nad Mohelkou se specializuje na výrobu elektropříslušenství a teleskopických a pákových tlumičů.

závod 03 - Rakovník vyrábí klimatizaci a topení pro osobní a nákladní automobily.

závod 04 - Jilemnice má ve svém výrobním programu rozvaděče vzduchu a tlumiče pro nákladní automobily.

závod 05 - Hejnice je specializován na výrobu přístrojů vzduchotlakých brzd (tz. ventily spojkové hlavice, hlavní brzdiče).

závod 07 - Kraslice vyrábí čističe nafty a olejů, topení, brzdové válce vzduchové a ventily vzduchotlakých brzd.

Rozdělení produkce podle jednotlivých závodů je následující:

Jablonec nad Nisou	32,0 %
Hodkovice	13,5 %
Rakovník	28,5 %
Jilemnice	7,5 %
Hejnice	8,1 %
Kraslice	10,4 %

2. TECHNOLOGIE VÝROBY A MONTÁŽE A POPIS FUNKCE BRZDOVÝCH VÁLEČKŮ

2.1 Obecně o brzdových válečcích

Akciová společnost Ateso vyrábí brzdové válečky pro mnoho druhů automobilů. Všechny válečky však lze shrnout do

tří základních skupin (tři základní druhy):

- 1) Brzdové válečky pro domácí automobily Škoda
- 2) Brzdové válečky pro automobily západní produkce (běžně se tyto válečky označují jako "německé" nebo LUCAS)
- 3) Brzdové válečky speciální, rovněž pro automobily západní produkce, tzv. PCRV válečky.

Rozdíl ve funkčním principu a technologii montáže mezi těmito třemi druhy brzdových válečků vysvětlím později u popisu funkce a montáže brzdového válečku.

Nyní vysvětlím rozdílové hledisko mezi těmito druhy válečků, které je určující pro řešení zadání mé diplomové práce: základem každého brzdového válečku, který je kompletován na montážní lince, je obrobený kolový váleček (těleso). Toto těleso se zhotovuje na výrobní lince (tzv. předvýroba), kde zpracování polotovaru podléhá několika pracovním operacím, jdoucím v přesném sledu za sebou. Následně putuje každé toto těleso na montážní linku, kde je základem pro montážní celek brzdového válečku. Každá operace v procesu již zmíněné předvýroby trvá určitý strojní čas a tento údaj je právě určující pro zadání mé diplomové práce. Rozdílnost sledu pracovních operací a příslušného strojového času je patrná právě pro různé tři druhy brzdových válečků, rozdílnost u brzdových válečků stejného druhu ale pro různé automobily je z hlediska mého řešení diplomové práce zanedbatelná, tyto válečky se liší například průměrem, radiusem, sražením a podobnými konstrukčními detaily. Sled operací na předvýrobní lince je stejný i s jejich strojovými časy.

2.2 Funkce a popis brzdového válečku ŠKODA a LUCAS (1. a 2. druh)

Brzdový váleček ovládá čelisti ústrojí bubnové brzdy u motorových vozidel. Je určen zejména pro brzdový systém bez zbytkového tlaku, ale lze použít i pro brzdový systém se zbytkovým tlakem.

Všechny části hydraulického systému (prostory pro těsnicí elementy, prostory plněné brzdovou kapalinou, místa pro připojování spojovacích prvků) musí být čisté, nesmí se v nich vyskytovat žádné mechanické nečistoty. Na každém brzdovém válečku musí být čitelně a trvalým způsobem vyznačeny tyto údaje: označení výrobce, datum výroby, odlišení druhu válečku, značka Oddělení technické kontroly. V tělese brzdového válečku se pohybují dva písty s navlečenými těsnicemi "U" manžetami. V pístech je osazení pro prachovky, které brání vnikání nečistot a zároveň vypadnutí pístu. Pro stálý přítlak konců pístů na segment čelisti je použita tlačná pružina mezi písty. Zvyšováním hydraulického tlaku dochází k posunu pístu a tím k působení síly na čelisti.

Brzdový váleček musí být těsný při nízkém přetlaku vzduchu (0,3 - 0,4) MPa, při vysokém přetlaku vzduchu (8MPa) i při absolutním tlaku (0,1 MPa).

2.3 Funkce a popis brzdového válečku speciálního PCRV (integrovaného)

Nutno je předeslat, že princip fungování PCRV válečku je shodný s principem válečků používaných u vozidel Škoda nebo

u válečků LUCAS. Rozdíl mezi těmito typy tedy tkví v konstrukčním uspořádání celé soustavy.

Každá brzdová soustava motorových vozidel musí vyhovovat jednotnému předpisu ECU (EHIL) 13, u nás je aplikován jako předpis MD 41. V těchto předpisech je mimo jiné stanoven také výpočet určení brzdné dráhy automobilu a využití adheze kola. Z těchto dvou veličin a stability vozu mimo jiné vyplývá i to, že kola zadní nápravy nesmějí být bržděna více než kola přední a v žádném případě nesmějí být dříve zablokována.

Tohoto požadavku lze docílit různým konstrukčním řešením, například velikostí vlastní brzdy, jejím provedením, použitím různého obložení (tím ovlivníme koeficient tření) atd.

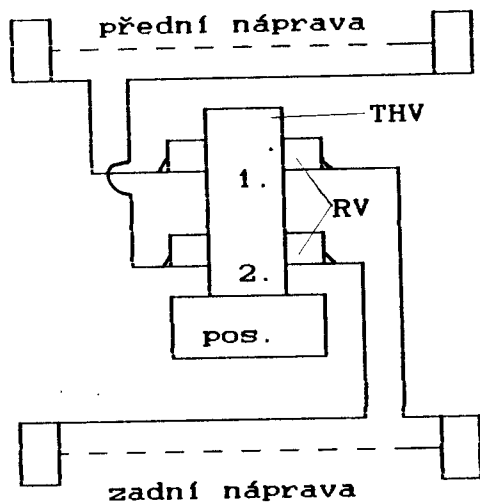
Aby zadní náprava byla bržděna méně než přední (čímž se zabraňuje nebezpečí vzniku smyku), je jednou z konstrukčních možností použití rozdělovacích (či zátěžových) ventilů, u čelistových brzd též tzv. PCRV válečků.

Každá brzdová soustava musí být dvouokruhová (ECU 13), kdy v případě poruchy je možné brzdit pouze jedním okruhem.

Vozy Škoda-Favorit, které jsou naším velkým odběratelem, mají dvouokruhové hydraulické brzdy s křížovým zapojením, vpředu diskové, vzadu bubnové s tandemovým hlavním válcem s rozdělovacími ventily pro zadní nápravu a podtlakovým posilovačem (obr.č.1).

Funkce rozdělovacího ventilu spočívá v omezení tlaku hydrauliky a to vede k omezení působení brzdných sil na zadní nápravě. Důležitým kritériem rozdělovacího ventilu je jeho charakteristika (obr. č. 2).

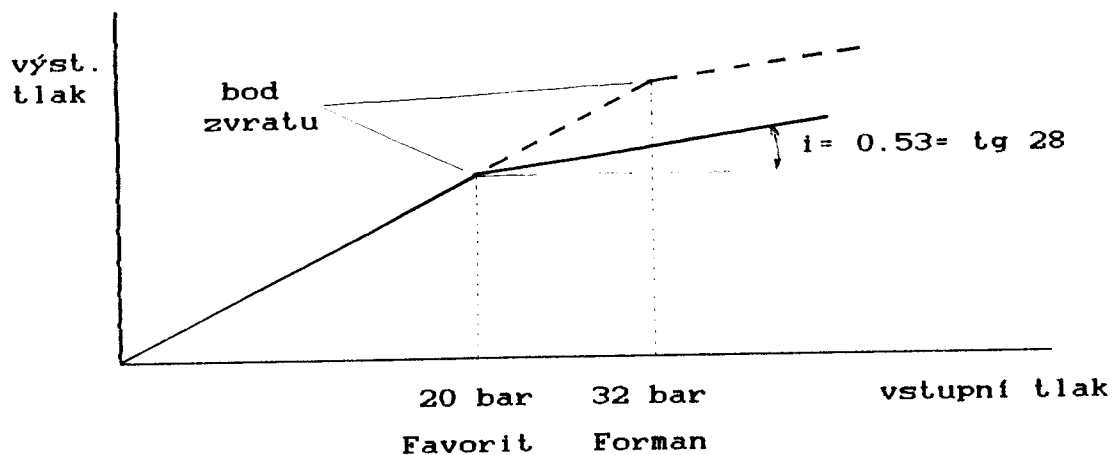
K omezení tlaku dochází až po bodu zvratu, který je dán tuhostí pružiny pístu rozdělovacího ventilu.



OBR. č. 1
 SCHEMA BRZDOVÉ SOUSTAVY
 S ROZDĚLOVACÍM VENTILEM
 (POUŽITÍ KLASICKÝCH
 BRZDOVÝCH VÁLEČKŮ-
 NIKOLI PCRV)

- 1., 2. první a druhý okruh
- THV tandemový hlavní válec
- RV rozdělovací ventil

OBR. č. 2
 ZÁVISLOST VÝSTUPNÍHO
 TLAKU (TLAKU ZA ROZ-
 DĚLOVACÍM VENTILEM) NA
 TLAKU VSTUPNÍM (TLAK
 PŘED ROZDĚLOVACÍM
 VENTILEM)



Další průběh tlaku za bodem zvratu je závislý na poměru ploch, na které působí tlak na vstupu a výstupu rozdělovacího ventilu. Tyto plochy a jejich rozdílnost jsou patrné z výkresu rozdělovacího ventilu (příloha č.1).

U vozů s rozdílným zatížením zadní nápravy se používají tzv. zátěžové ventily, kde se bod zvratu posouvá podle zatížení (zatímco rozdělovací ventily mají bod zvratu stálý).

Dalším možným řešením u čelistových brzd jsou právě tzv. PCRV válečky, kdy je v podstatě rozdělovací ventil umístěn přímo v tělese brzdového válečku. Tímto řešením lze ušetřit jeden díl, ovšem za cenu vyšší technické náročnosti. Princip činnosti PCRV válečku je tedy naprosto stejný jako klasického válečku s rozdělovacím ventilem, směrodatný je opět bod zvratu daný tuhostí pružiny uvnitř válečku. Konstruktivní uspořádání tohoto typu válečku je vidět na příloze č.2. Patrná je i ta část uvnitř tělesa, která svou činností nahrazuje rozdělovací ventil, patrné jsou i rozdílné plochy, na něž působí hydraulika a díky jimž se omezuje působení brzdných sil na zadní nápravě po překročení bodu zvratu. Charakteristika PCRV válečku je tvarově shodná s charakteristikou rozdělovacího ventilu, liší se pouze v hodnotách bodu zvratu pro jednotlivé typy vozidel a v hodnotě i znázorněné na grafu na obr. č. 2.

2.4 Předvýrobní proces u brzdových válečků ŠKODA

Jak jsem se již zmínil v úvodním popisu, tento předvýrobní proces je vlastně výrobní linka na výrobu obrobeného kolového válečku (základního tělesa), který potom vstupuje na montážní linku. Předvýrobní linka u tohoto typu

válečku obsahuje osm pracovních operací, které jsou mimo jiné charakterizovány i příslušným strojovým časem potřebným na jejich provedení.

V následujícím textu uvedu všechny pracovní operace:

1. Vstupní kontrola:

V rámci vstupní kontroly se odeberou vzorky a nejprve se překontrolují dané rozměry - jsou to upínací plocha a tlaková hlava. Potom se odbrousí vrchní vrstva a následuje kontrola tvrdosti v předepsaném místě, která se provádí metodou Brinella. Další kontrolou je kontrola vizuální na čistotu odlitku a kontrola zákalku pilníkem. Podle provedených zkoušek se dodávka vyhodnotí, potvrdí se označení jakosti a příjmu materiálu a doklady se předají do oddělení zásobování.

2. Zinkování:

Povrchová úprava zinkováním se provádí na automatické Zn-lince. Polotovary se navěsí na namáčecí zařízení v počtu padesáti šesti a ponoří se do lázně. Po vynoření je třeba zkontrolovat, zda se lázeň kvalitně dostala na všechny plochy. Nejprve se všechny polotovary zkontrolují vizuálně a následuje důkladná kontrola přístrojem Ekometr 256 nebo univerzálním magnetickým tloušťkoměrem. Takto důkladně se prověřují pouze 2% výrobků. Používá-li se univerzální magnetický tloušťkoměr, je nutno jednou denně překontrolovat jeho správnou funkci porovnáním s tloušťkou, naměřenou Kapkovou metodou.

Před počátkem měření Kapkovou metodou se vzorek i zkušební roztok temperují na teplotu místnosti. Měřený úsek

na vzorku se dokonale odmastí benzínem, osuší se a kapátkem se nanese jedna kapka zkušebního roztoku. Kapka se ponechá na povrchu jednu minutu a po této době se setře do sucha filtračním papírem. Na totéž místo se nanese druhá kapka a to se opakuje tak dlouho, až se na místě setřené kapky objeví základní kov.

Množství kapek se násobí příslušným faktorem (ten se určí podle teploty roztoku) a výsledek udává tloušťku vrstvy v mikrometrech.

3. Soustružení:

Ještě před spuštěním stroje se kontroluje na panelu nastavení správných otáček, dále množství mazacího oleje v tlakové nádobě a na přívodu vzduchu a množství hydraulického oleje v nádrži. Potom se zapne přívod vzduchu, spustí se stroj, ručně se přezkouší otáčení bubnu, spustí se výjezd jednotek, a stroj se nechá zahřát po dobu pěti minut při otáčení bubnu. Po zahřátí se spustí chlazení, založí se obrobek a upne se šlapkou. Nejprve se hrubuje frézou předepsaný rozměr a současně se soustruží dosedací plocha, pak už je možno soustružit tento rozměr načisto a současně soustružit sražení od dosedací plochy. Navrtají se dva otvory daného průměru, dané hloubky a na daném místě a v těchto otvorech se vyřežou závity. Dále se ještě v této rozsáhlé operaci hrubují dva průchozí otvory, zarovnává se čelo od středu nálitku, soustruží se zápichy, hvězdičkou se zhotovují sražení hran a výstružníkem se vrtá ještě jeden průchozí otvor. Nakonec se v rámci této operace ještě samozřejmě provádí mezioperační kontrola, při ní se požadované rozměry přeměřují posuvkou a dutinoměrem. Tuto kontrolu, jako každou mezioperační,

provádí obsluha u stroje a výsledek měření zapisuje do listu průkaznosti.

4. Vrtání a závitování:

Před započetím vlastního vrtání je nutno provést překontrolování řezných podmínek, požadované množství oleje a chod funkčních jednotek obdobně jako ve třetí operaci. Navrtá se dohromady sedm otvorů, z nich dva průchozí. Do určeného otvoru se vyřeže předepsaný závit. Opět je nutno provést mezioperační kontrolu pomocí posuvky.

5. Praní a odmaštění:

Výrobky se jednotlivě narovnají na běžící pás pračky a na konci pásu se jednotlivě odebírají, vyfoukají se u nich závity a rovnají se do čisté přepravní palety. V rámci mezioperační kontroly se kontroluje úplné odmaštění a čistota závitu. Přitom se musí neustále dbát na udržování požadované kvality lázně.

6. Honování:

Tato operace se provádí pro získání požadované kvality povrchu. Obrobek se vloží do přípravku a po řádném upnutí se stiskne předvolič otáčení. Předepsaný povrch se nejprve hrubuje a potom leští. Při hrubování je přítlačný tlak zhruba dvojnásobný oproti následnému leštění. V rámci mezioperační kontroly se vizuelně prohlíží kvalita povrchu a kalibrem se kontroluje vnitřní průměr obrobku. Překontrolované kusy se odkládají do přepravní palety a putují na následující pracoviště.

7. Praní a vyfoukání:

Cílem této operace je odmaštění a odstranění ostřin a částí třísky ze všech míst obrobku. Děje se tak proudem vzduchu pomocí vzduchové pistole, která musí být při práci opatřena krytem kvůli bezpečnosti práce.

8. Konečná kontrola:

Poslední operací v tomto výrobním postupu je konečná kontrola, která zajišťuje, aby tělesa vyrobená na této výrobní lince splňovala předepsané parametry a byla funkční. Za tímto účelem se nejprve vyčistí povrch tělesa, pak se přeměřuje rozteč, vnitřní průměr, závity, odvzdušňovací šroub a vizuelně se překontroluje celý obrobek, zvláště v místech sedel, dosedacích ploch, závitů a provede se kontrola celého povrchu. Je-li obrobek z hlediska konečné kontroly v pořádku, odkládá se do palety a putuje na montážní linku.

2.5 Předvýrobní proces u brzdových válečků LUCAS

Jak jsem již uvedl v popisu principu a funkce, princip fungování brzdového válečku typu LUCAS je obdobný jako u typu ŠKODA. Z toho plyne, že obdobný je i výrobní postup při výrobě tělesa. Nemá tedy cenu zde znovu popisovat postup na výrobní lince, který jsem popisoval v poslední kapitole a který se liší pouze v operacích obrábění, jako například v počtu vyvrtaných otvorů a v místě vrtání či soustružení. Budu se věnovat pouze hlavním rozdílům mezi těmito dvěma výrobními postupy.

Prvním rozdílem, který je opět určující pro řešení mé diplomové práce, jsou strojové časy. Zatímco tělesa pro

brzdové válečky LUCAS se obrábějí na obráběcích strojích typu ANK, pro obrábění těles pro válečky ŠKODA jsou zde obráběcí stroje typu GNUTTI. Různost strojových časů je tedy dána jednak dvěma různými typy obráběcích strojů a jednak odlišností obráběcích postupů.

Druhým rozdílem je jedna pracovní operace navíc u tohoto typu tělesa, pro brzdový váleček LUCAS. Touto operací je válečkování a předchází před operací honování. Takže ihned po vyprání a odmaštění se obrobek navléká na válečkovací trn Satorius s vlastním postupem, po provedení operace se zatlačí na prstenek a odebere se z trnu již vyválečkovaný váleček. Ten se položí na odkapávací rošt a po odkapání se odkládá do palety a putuje na již zmíněné honování. Zde se opět začlení do obdobného postupu jako těleso pro váleček ŠKODA.

2.6 Předvýrobní proces u brzdových válečků integrovaných PCRV

Již z popisu principu a funkce plyne, že tento typ brzdového válečku má složitější stavbu a strukturu, tudíž i výrobní proces na výrobu základního tělesa je složitější a skládá se z většího počtu pracovních operací než předcházející dva druhy. Pro moje řešení to opět znamená jiné údaje o strojových časech a také jejich větší počet.

1. Vstupní kontrola:

Tato první operace se provádí na tomtéž pracovišti jako u předchozích dvou druhů, kontrolují se i shodné parametry polotovaru se shodnou tolerancí, to znamená upínací plocha a tlaková hlava, tvrdost podle Brinella a vizuálně čistota odlitku.

2. Zinkování:

Operace zinkování se provádí na dvojbubnu automatické Zn-linky GALVATEK. Ze zásobníku se nejprve přivolá prázdný dvojbuben, do bubnů se nasypou odlitky pomocí elektrické váhy a násypky. Na bočním řídicím panelu se zadá číselný kód a skutečná hmotnost vsázky a odlitky se odešlou do procesu automatického zinkování. Po daném čase se dvojbuben s hotovým zbožím přivolá ze zásobníku, obsah se vysype na dopravník a odstředí se. Pak už se jenom vysypou hotové dílce do čisté palety a vizuelně se zkontroluje kvalita provedení povrchové úpravy, a to tak, že z každé vsázky se prohlíží šest kusů výrobků.

3. Soustružení jedné strany zápichu:

V procesu této operace se soustruží první strana zápichu, včetně zarovnání čela. Těleso se upne do čelisti tlakovou hlavou dovnitř upínače, navrtá se na vnitřní průměr a vyhrubuje se u něj čelo. Dále se navrtá od zarovnaného čela otvor do předepsané hloubky a čelo se zarovná načisto na předepsanou míru od středu nálitku. Pak se vrtá další otvor od zarovnaného čela a současně se soustruží vnější průměr a zhotovuje se vnější sražení. Další otvor se navrtá rovněž od zarovnaného čela včetně sražení, zhotoví se zápich a vystruží se otvor vnitřního průměru. Hotový obrobek se vyjme z upínače, jednotlivě se odloží do čisté přepravní palety a podlehne mezioperační kontrole, při které se přeměřují předepsané rozměry posuvkou, nádrhem, rýsovací deskou, válcovým kalibrem, supitem nebo nastavovacím kroužkem. Souosost vnějšího průměru s rozměrem vnitřního průměru se zjišťuje měřícím přípravkem a kontrola povrchu na rýhy se

provádí vizuálně. I tuto rozsáhlejší mezioperační kontrolu provádí obsluha.

4. Soustružení druhé strany zápichu:

Soustruží se druhá strana zápichu, opět včetně se zarovnáním čela. Na čistý trn se založí obrobek, zarovná se čelo na celkovou míru a současně se soustruží vnější průměr. Zhotoví se vnější sražení, vnější zápich, vnitřní sražení a hotové obrobky se opět odkládají na paletu. Mezioperační kontrola zde není tak rozsáhlá jako u soustružení první strany zápichu, obsluha zde vystačí s posuvkou, měřicím přípravkem a eventuelně s drsnoměrem.

Tyto dvě operace, třetí a čtvrtá (soustružení obou stran zápichu), se provádí na obráběcím stroji ANK. Existuje však ještě náhradní technologie, a to pouze pro čtvrtou operaci na obráběcím stroji DAMF. Postup práce je obdobný, strojový čas je naprosto shodný.

5. Soustružení příruby:

Obrobek se upne do čistého upínače, nejprve se hrubuje vnější průměr a soustruží se příruba, potom se tentýž průměr soustruží načisto a zarovná se čelo nálitku. Tím je tato operace hotová, obrobky se narovnají do přepravní palety, v rámci mezioperační kontroly se prověří a odcházejí na další stanoviště výrobní linky.

6. Praní, odmaštění, vyfoukání:

Takto zčásti obrobená tělesa se před dalším obráběcím postupem zbaví mastnoty a nečistot. Narovnají se na běžící

pás pračky, na konci pásu se odeberou, kde se z nich také pomocí vzduchové pistole vyfoukají nečistoty. Čistá, zčásti opracovaná tělesa putují k dalšímu obrábění.

7. Vrtání a závitování:

Obrobek se upne do čistého přípravku, vyvrtají se do něho dva otvory pro závit včetně náběhu. Hloubka otvorů se měří od zarovnané příruby. Po vyvrtání obou otvorů se obrobek vyjme, odstraní se z něho třísky a založí se do jiného přípravku. Zhotoví se dva závity, obrobek se opět vyjme a vypere se v petropalu. Vyfoukají se závity, obrobek se odloží do palety a obsluha ještě provede mezioperační kontrolu, která spočívá v kalibrování rozteče, závitu a hloubky otvoru.

8. Vrtání a závitování přívodního otvoru:

Obrobek se opět upne do čistého přípravku a tvarovým vrtákem se v něm na předepsaném místě vyvrtá otvor včetně náběhu pro závit. Vyvrtá se ještě jeden malý průchozí otvor kolmo do vnitřního průměru. Z obou otvorů se vyfoukají třísky a do většího z nich se vyřeže závit. Tím je tato obráběcí operace ukončena, obrobek zbývá vyprat v petropalu, vyfoukat vzduchovou pistolí závity a uložit ho do přepravní palety. Opět je nezbytná mezioperační kontrola na oba otvory i na vytvořený závit a toto se provádí opět metodou kalibrování.

9. Vrtání a závitování odvzdušňovacího otvoru:

Tato operace se způsobem provedení neliší mnoho od té předchozí. Po dokonalém upnutí obrobku do přípravku se tvarovým vrtákem vyvrtá otvor dané hloubky pod daným úhlem, další otvor, který se vrtá, je již průchozí a jako v předešlé

operaci směřuje kolmo do vnitřního průměru, který se po vyvrtání tohoto otvoru musí vystružit. Teď se již z prvně vrtaného otvoru vyfoukají třísky a vyřeže se do něj závit pod shodným úhlem, pod kterým byl otvor vyvrtán. Na řadě je opět vyprání v petropalu, vyfoukání závitů a obrobek se odloží do palety. Podlehe mezioperační kontrole a je připraven pro desátou operaci.

10. Odhrotování ostřiny:

Zbytky ostřin po vrtání průchozích otvorů nelze odstranit vyfoukáním, proto se tyto nečistoty musí odstranit plochým pilníkem. Všechny odhrotované výrobky se vizuelně prohlédnou a putují na stanoviště další operace.

11. Praní a vyfoukání:

Po všech předchozích operacích vrtání a závitování je nutno obrobek opět vyprat, dokonale očistit a zbavit všech nečistot a veškeré třísky.

12. Honování:

Po založení obrobku do upínače se stiskne předvolba, vnitřní průměr se nejprve hrubuje tlakem 4 - 6 barů a potom se leští tlakem 1 - 2 bary. Obrobek je hotov, uloží se do palety a obsluha provede mezioperační kontrolu. Kalibruje se vnitřní průměr z obou stran a vizuelně se provádí kontrola na rýhy.

13. Vyprání, odmaštění, vyfoukání:

Po skončení všech obráběcích pracovních operací je nutno celý obrobek znovu vyprat, dokonale odmastit od všech mazacích olejů, profoukat a odstranit všechny zbylé třísky. Toto se

opět provádí v pračce, obdobně jako šestá operace tohoto výrobního procesu.

14. Konečná kontrola:

Úkolem této poslední operace je, stejně jako u dalších dvou druhů válečků, prověřit správnost a kvalitu všech operací předchozích a posoudit tak, zda daný obrobek splňuje všechny předepsané podmínky a bude-li funkční. V rámci této kontroly se posuzuje devatenáct parametrů na obrobku. Vizuelně se prověřují kvality povrchů, roztečovým, závitovým a válcovým kalibrem se posuzují rozteče, závity a průměry, posuvkou a různými měřicími přípravky se přeměřují rozměry. Pouze však vizuelní kontrola se provádí u sta procent výrobků, většina zkoušek se provádí u dvou nebo pěti procent výrobků. Odhalí-li se mezi těmito dvěma či pěti procenty výrobků vadný kus, je nutno tuto kontrolu provést důkladně, to znamená stoprocentní vytřídění dávky.

2.7 Montáž kolového válečku integrovaného PCR V

Při montáži je nutno dbát na čistotu součástí. Všechny pryžové díly se musí vyprat a chránit v polyetylenových sáčcích, dokud nepřijdou k montáži, kovové části je nutno očistit, vyprat a odmastit před montáží. Všechny kritické povrchy se vizuelně překontrolují na poškození a vady před montáží. Ještě před vlastní montáží se musí zkontrolovat podsestava: píst vyhovující montáži po kontrole by měl být vložen do otvoru obrobeného kolového válečku (tělesa), protože jinak nelze provést kontrolu mezi ním a otvorem. Zmetkovému pístu je tak zabráněno od počátku jeho montáži do

obrobeného kolového válečku.

Postup při montáži podsestavy - dlouhý píst včetně ventilu:

1. Namazat píst ve vnitřním otvoru tukem na určeném místě.
2. Namočit těsnicí břit těsnění do montážní kapaliny a těsnění opatrně vložit do dlouhého pístu.
3. Vsunout vodící pouzdro a ventilovou pružinu společně do vnitřního otvoru pístu.
4. Vsunout opatrně podsestavu ventilového plunžru do vodícího pouzdra. Zabránit přitom poškození těsnicí plochy pístu.
5. Vložit konec plunžru k hlavě ventilového pístu.
6. Přidržel konec plunžru při zaválcování nad nádkružkem dlouhého pístu.
7. Namontovat těsnění typu L a O-kroužek.

Hlavní montážní postup montáže brzdového válečku:

1. Vložit pružný kolík do tělesa.
2. Namontovat těsnění typu L na krátký píst.
3. Vložit smontovaný krátký píst do tělesa kolového válečku, dokud dno pístu nedosedne na kolík. Konec pístu se nemusí objevit nad otvorem.
4. Vložit smontovaný dlouhý píst do tělesa kolového válečku, dokud smontovaný píst nedosedne na kolík. Vnější průměr pístu nesmí vyčnívat nad těleso válečku.
5. Namontovat prachovky na obou pístech a tělese a namazat tukem pod prachovkou. Ještě předtím se však musí dosavadní celek funkčně prověřit, takže tato operace se provádí až po zkoušce předcházející sestavy. Tuto zkoušku přiblížím v následujícím popisu:

Zkouška integrovaného PCRV kolového válečku:

Tato operace předchází páté operaci (montáži prachovek) v hlavním montážním postupu.

Vzduch dodávaný při zkoušce musí být čistý, suchý, bez příměsí olejů, musí být dopravován přímo z výstupního zařízení. Všechny ventily vzduchu musí být opatřeny vlastním zařízením na měření tlaku a zařízením pro regulaci tlaku. Celkový objem vzduchu zaváděný do systému má být maximálně osm kubických centimetrů. Během provádění testů nesmí píst opustit prostor vrtání válce. Za tímto účelem se instaluje pojistné zařízení, které zabezpečí povolený pracovní prostor pístu (zdvih pístu) ve válci. Tento zdvih je maximálně osm milimetrů pro každý píst. Všechny jednotky, které prošly všemi testovanými kroky, musí být nutně označeny výstupní značkou ještě před tím, než opustí testovací prostor, a to takovým způsobem, aby nebylo možné zaměnit jednotky prošlé testem za nové, které jsou teprve na testy připraveny.

Jednotlivé části zkoušky jsou vakuový test, test při nízkém tlaku, test funkčnosti a test při vysokém tlaku.

Při vakuovém testu na kontrolu prasklin je nutné se bezpečně přesvědčit, zda je kolový váleček dostatečně vzduchotěsný a připravený k použití. Tento test musí být prováděn bez nečistot na kolovém válečku.

Test při nízkém tlaku pohybem pístu se provádí pro stanovení všech jiných netěsných míst, než která se předpokládají v místech spoje s ventilem a O-kroužky na dlouhé části pístu a dále ke stanovení podobných defektů na vrtání kolového válečku.

Test funkčnosti se provádí pro kontrolu funkčnosti

brzdového válečku a poměru ventilu.

Test při vysokém tlaku se provádí pro kontrolu vnitřní a vnější netěsnosti.

Teprve takto dokonale přezkoušené brzdové válečky mohou být začleněny do sériové výroby.

3. ANALÝZA PROGRAMOVÉHO MODELU

3.1 Zvolený software

Jak jsem se již zmínil v úvodu, řešení této diplomové práce provádím v jazyce PC-Simula. Tento jazyk je přímo stavěný pro řešení takto položených problémů jako je zadání mé diplomové práce. Má takové příkazy a instrukce, které by se v jiném programovém jazyku musely vytvářet velice složitě, musely by se sestavit jako samostatné procedury, nehledě ke skutečnosti, že funkční spolehlivost těchto nových programových celků by byla mnohem nižší, nežli několikaletým provozem prověřený software PC-SIMULA.

Velice dobře se v něm dá postihnout grafické schema toku výroby v předvýrobní i montážní lince a průběh výroby na těchto linkách sledovat v reálném čase. Ihned v následujících řádcích popíši právě grafické schema a strukturu obou linek i vzájemné vazby mezi pracovišti.

Zmíním se i o úkolech, které v jazyce PC-Simula v rámci diplomové práce řeším a vyjmenuji informace, které bude tento sestavený program přinášet. O programovacím jazyku PC-Simula se pak zmíním v další kapitole, podrobněji popíši jeho strukturu a procedury, které ve svém řešení používám.

3.2 Grafické schema problému

Pro správné vyřešení zadání je nutno si uvědomit grafické schema. Rozumíme pod tím strukturu pracovišť jak na předvýrobní lince, tak na lince montážní, propojení těchto jednotlivých pracovišť cestou obrobku.

V předvýrobní lince tyto vazby nejsou tak složité, začínáme vlastně s původním polotovarem, který prochází sériově všemi pracovišti, aniž by se k němu připojovaly jakékoliv jiné součástky. Znamená to, že výstup jedné operace je zároveň vstupem následující operace v tomto řetězci a mezi tímto výstupem a vstupem se s obrobkem nic neděje, jeho podoba se nemění.

Graficky lze část této výrobní linky znázornit takto:

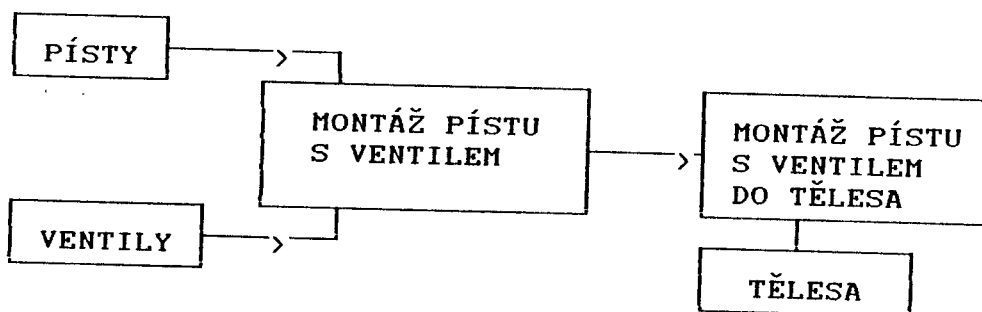


Ihned po operaci kontrola následuje operace zinkování. Obrobek vycházející z kontroly jde tedy přímo na zinkování, mezitím se s ním vůbec nepracuje, z časového hlediska to znamená nulové zdržení mezi těmito dvěma operacemi.

Zcela jiná situace je u montážní linky. I zde začínáme s nějakým obrobkem (který je vlastně výsledným produktem výrobní linky). Tento však není pouze obráběn, ale k tomuto celku jsou připojovány další části přesně takovým způsobem, jak je tento postup popsán v kapitole o montážní lince. V některých případech se tyto součásti musí zkompletovat do

menších podsestav a pak se teprve zhotovuje celý komplet.

Program samozřejmě musí zahrnout i tuto zmíněnou kompletaci podsestav. Neplatí zde tedy to, co platí v předvýrobní lince, totiž, že každá operace má pouze jeden vstup. U montážní linky máme vstupy dva, jedním je dosud smontovaný celek a druhým je nová součást, která se dále připojuje k tomuto dosavadnímu kompletu. Graficky lze tedy tuto strukturu znázornit takto:



Nejprve je nutno provést podle obrázku podsestavu pístu s ventilem a pak tuto podsestavu vmontovat do tělesa. Do operace montáže pístu s ventilem do tělesa přicházejí dva vstupy, jednak podsestava z předchozí operace a vlastní těleso.

Z hlediska globálního a jasného pohledu na celou předvýrobní linku i na linku montážní je nutno vést informace nejen o struktuře linek a vzájemných vazbách mezi pracovišti, o tom, která pracovní operace předchází a která následuje, ale i o počtech výrobků dosud neobrobených na jednotlivých pracovištích a naopak o počtu již obrobených nebo zpracovaných výrobků nebo součástí na místech

jednotlivých operací.

Program je řešen tak, že výstup z jednoho pracoviště je veden do tzv. zásobníku pracoviště následujícího a současně se počet výrobků, které zde čekají na obrobění, zvýší o jednu. Rovněž se zvýší o jednu počet výrobků hotových na pracovišti, které výrobek právě opustil. Nutné je, aby tato informace byla poskytována průběžně v čase s periodou, kterou si sami zvolíme. Je jasné, že pokud zvolíme malou periodu, výše zmíněné hodnoty se budou měnit pomalu (bude malý nárůst či pokles počtů při jednotlivých po sobě jdoucích výpisech stavu) a naopak při volbě delší časové periody se tyto hodnoty budou měnit poměrně rychleji (při jednotlivých výpisech se změní nárůsty či poklesy větším skokem). To, s jak velkým přírůstkem nebo poklesem se budou počty obrobků na jednotlivých místech měnit, závisí též na strojových časech u jednotlivých operací.

Pro dokonalé pochopení uvedu příklad: první pracovní operace na obrobku bude velice rychlá, druhá si vyžádá delší strojový čas a třetí proběhne opět rychle. Počet výrobků hotových na první operaci se bude rychle zvětšovat, rovněž se však bude zvětšovat i počet výrobků čekajících na druhou operaci, protože tato operace je pomalejší a výrobky ze zásobníku se budou tedy spotřebovávat pomalu. Naopak v zásobníku třetí operace bude počet obrobků rychle klesat, protože tato je rychlejší, bude tedy výrobky rychle odebírat ze zásobníku, a druhá operace, protože je pomalá, nestačí zásobník tak rychle plnit. Pokud zvolíme čas výpisu malý, např. odpovídající času operace, bude se tento stav měnit u této operace přibližně po jednom výrobku při každém výpisu. Při větším kroku bude změna počtu již několik výrobků za

jeden výpis.

Spolehlivý chod výroby samozřejmě bude požadovat všechny naplněné zásobníky. Nebylo-li by tomu tak, znamenalo by to zbytečné prostoje na pracovišti, které následuje po operaci časově delší než je samotná operace na tomto pracovišti. Vráťím-li se k popsanému příkladu v předchozím odstavci, zde konkrétně by to znamenalo prostoje na třetím pracovišti, muselo by se čekat na každý výrobek jednotlivě vycházející z předchozího, druhého pracoviště.

Když k těmto prostojům docházet nebude, znamená to jistou úsporu jednak energie a jednak pracovní síly. Též je možno se dopředu seznámit se stavem výroby a montáže na výrobní a montážní lince během určité předem zvolené časové etapy.

Máme-li vyrobit určité množství brzdových válečků za danou časovou etapu, toto množství, které vyrobíme, je dáno kapacitou časově nejpomalejší pracovní operace. Jinými slovy, kolik obrobků stihne projít za danou časovou etapu operací s největším strojovým časem, takové bude i celkové množství vyrobených brzdových válečků za tutéž časovou etapu. Pracoviště se strojovým časem kratším toto množství obrobků stačí obrobit za celkově kratší dobu. Zbylý čas do konce dané časové etapy znamená úsporu na tomto pracovišti. Opět však zdůrazňuji, že takovýto princip předpokládá spolehlivé naplnění zásobníků před každou pracovní operací (v každém zásobníku před každou operací musí být takový počet obrobků, který je roven celkovému množství brzdových válečků, které za tuto časovou etapu vyrobíme). Při splnění tohoto základního požadavku je tedy možné velice snadno získat informaci o tom, kdy bude na kterém pracovišti ukončena práce na celkovém

množství obrobků za danou časovou etapu. Tato informace přináší veliké úspory na energii (vím dopředu, kdy a které zařízení mohu odstavit) a na pracovní síle (vím dopředu, kdy a která pracovní síla ze kterého pracoviště bude moci být vyřazena a využita na jiném místě).

U montážní linky je třeba vést informaci též o počtu nových součástek a dílů, které se na montážní lince kompletují k základnímu celku. To znamená, že já vím, jak rychle budou tyto díly ubývat a mohu předem a efektivně naplánovat přípravu těchto komponentů ze skladu na pracoviště. Vyloučím tak situaci, že žádané součásti budou na montáži chybět nebo naopak, že jich tam bude zbytečně mnoho.

Dále je třeba znát informaci o počtu strojů na jednotlivých pracovištích v předvýrobní lince pro optimální plnění plánu. U časově pomalé pracovní operace je dobré mít v záloze rezervní zařízení, které mohu operativně zapojit do výroby při vytvoření nadměrného počtu obrobků v zásobníku a tím toto množství částečně snížit.

Všechny tyto výše popsané aspekty a souvislosti se snažím v práci programově popsat a řídit a uvedené požadované informace přehledně poskytnout.

4. PROGRAMOVÁ REALIZACE

4.1 Obecně o programovacím jazyku PC-Simula

PC Simula je objektově orientovaný programovací jazyk, jehož standartní prostředky umožňují efektivní modelování

diskrétně chápaných systémů. Její použití umožňuje jednoduchými prostředky modelovat jak jednoduché příklady, tak složité technické projekty a realizace.

Základní obecná struktura Simuly se neliší od ostatních strukturovaných jazyků.

Specialitou Simuly je práce se třídami. Existují tři standartní typy tříd: třída BASICIO, která definuje prostředky pro práci se vstupními a výstupními zařízeními, třída SIMSET, která definuje prostředky pro organizaci front a pro manipulaci prvků v těchto frontách a třída SIMULATION, která definuje prostředky pro simulaci v čase. V těchto třech typech jsou definovány další typy tříd se svými prvky, programově vnímané jako procedury. Tyto třídy popisují jednotlivé objekty-procesy, modelují daný stav problému a v průběhu času se spouštějí, manipulují se svými prvky v jednotlivých frontách, zastavují se (aktivace, pasivace), a to jednak vzájemně po sobě a jednak pomocí příkazů z hlavního bloku. Pracujeme-li navíc v programu s grafikou, je nutno otevřít grafickou třídu Drawing.

Celková struktura programu v Simule tedy začíná otevřením standartní používané třídy, dále se otevírá grafická třída, následuje blok deklarací jednotlivých proměnných, funkcí, procedur a tříd, potom blok hlavního programu a nakonec uzavření grafické třídy a třídy standartní.

4.2 Konkrétní popis tříd programu

Již v předchozí kapitole jsem se zmínil o tom, že v předvýrobní lince je jiná struktura výroby než na lince montážní, na montáži je tato struktura složitější. To

znamená, že i počítačový model předvýrobní linky bude jednodušší než model linky montážní.

Programová část, kde deklarují třídy předvýrobní linky, je podstatně jednodušší. Protože se jedná o čistě sériový model, kde výstup jedné operace je okamžitě vstupem operace následující, lze vytvořit obecnou třídu s obecným parametrem I, jehož číslo udává pořadové číslo pracoviště. Tato obecná třída vypadá takto:

```
Process class PRED(I);
integer I;
begin
ref (VYROBEK) array POM (1:16);
while true do begin
    if BEDNA(I).empty then passivate
    else begin
        POM (I) :- BEDNA (I).First;
        POM (I) . out;
        hold (CASVY (I));
        HOT (I) := HOT (I) + 1;
        POM (I).into (BEDNA (I+1));
    end {else};
    if HOT (I) ≥ SUMA then begin
        CASP (I) :=time;
        ZNOVA (I) :=false;
        passivate;
        end;
    if PR (I+1).idle and ZNOVA (I+1) then
        activate PR (I+1);
end;
```

end;

Tato třída Process je základem řešení celé předvýrobní linky. Nejprve je tato třída označena a pojmenována a je v ní deklarována lokální proměnná I, která udává pořadové číslo pracoviště. Potom je spuštěna nekonečná smyčka současně ve všech procesech, to znamená, že všechny výrobní operace běží současně od času 0. Tyto spuštěné procesy na jednotlivých pracovištích běží, dokud nejsou postupně pasivovány příkazem passivate. VÝROBEK je třída typu Link a v předchozím řádku tohoto uvedeného příkladu vytvářím od této třídy exemplář POM, se kterým se bude v jednotlivých procesech pracovat. Každý proces (výrobní operace) bude mít svůj exemplář a to je zajištěno indexem I v okrouhlé závorce. Aby mohl proces pracovat, musím se nejprve zeptat příkazem empty, zda není obsah I-té bedny nulový. Je-li seznam (bedna) prázdný, příkaz vrací hodnotu true, což znamená v tomto případě, že proces bude prozatím pasivován, tj. jeho další činnost je odložena na neurčito. V opačném případě proces probíhá.

Výraz BEDNA s pořadovým číslem I je vlastně chápán jako zásobník před příslušnou pracovní operací. Příslušnost zásobníku a dané pracovní operace je dána právě shodností pořadového čísla (indexu) I. Pomocí exempláře POM odebírám z příslušné bedny (zásobníku) jeden obrobek, first je zde procedura, která udává adresu prvního prvku. (V tomto případě pro mě není adresa prvku směrodatná, záleží mi pouze na tom, aby byl z bedny odebrán právě jeden obrobek, je jedno, zda ten, který přišel do fronty první či poslední.) Příkaz out vypouští ze seznamu prvek, který je aktuální v době volání, to znamená obrobek, který byl procedurou First vybrán ze

zásobníku. Příkaz hold je vlastně čekací smyčka, je to procedura, během které proces čeká dobu, která je uvedena v závorce za příkazem a toto číslo je automaticky chápáno jako čas v daných jednotkách. V našem případě je tato doba vyjádřením strojového času u příslušné pracovní operace. Za příkazem hold následuje v závorce výraz CASVY(I). Je to odkaz na místo v hlavním programu, kde jsou číselně uvedeny všechny časy výrobních operací postupně od času první operace (CASVY(1)) až po operaci poslední (CASVY(16)). HOT(I) je proměnná, která udává počet hotových obrobků na jednotlivých pracovištích. Po každém projití prvku (výrobku) procesem je tato hodnota zvětšena o jednu. Po projití obrobku jedním pracovištěm je třeba tento obrobek odložit do zásobníku následujícího pracoviště. Právě příkaz into(S) zařazuje prvek na konec seznamu S, kterým je pro nás zde BEDNA(I+1), což je zásobník pracoviště s pořadovým číslem o jednu zvětšeným než je toto původní pracoviště. S prvkem (obrobkem) se zde manipuluje opět pomocí exempláře POM. Tímto je vlastní proces jedné předvýrobní operace ukončen, ovšem ještě je potřeba vyjádřit podmínky pro pasivaci procesu.

Tento případ je ošetřen právě v programové podmínce if HOT(I) ≥ SUMA. S výrazem HOT(I) jsme se již seznámili, je to celkový počet obrobků prošlých pracovištěm s pořadovým číslem I. Proměnná SUMA je uživatelem volená a je to celkový počet brzdových válečků, který požadujeme vyrobit za určitou časovou etapu. Jak jsem již vysvětlil v minulé kapitole, tento počet je shodný s počtem obrobků, které projdou všemi pracovišti výrobní linky za tutéž časovou etapu. Znamená to tedy, že v případě naplnění tohoto počtu proběhnou tři programové řádky ohraničené begin...end.

Time je proměnná, která je během celého běhu programu plněna okamžitou hodnotou reálného času v sekundách. Právě ve chvíli, kdy procesem (pracovištěm) projde poslední prvek (obrobek), přiřadím tuto okamžitou aktuální hodnotu proměnné CASP(I). Tato proměnná (opět s indexem příslušného pracoviště) je na jiném místě programu zpracována a tisknuta jako informace o ukončení pracovní činnosti na příslušném pracovišti. V dalším průběhu se již tato hodnota samozřejmě nemění. Ještě než je celý proces pasivován, předchází příkazový řádek ZNOVA(I):=false. O další dva řádky později se nachází podmínka if PR(I+1).idle and ZNOVA(I+1) then activate PR(I+1).

Pro pochopení proměnné ZNOVA vysvětlím význam obou těchto řádků ve vzájemné souvislosti. Kdyby totiž před pasivací procesu příkazem passivate chyběl řádek ZNOVA(I):=false, daný proces by byl sice na chvíli pasivován, ale po jednom proběhnutí blokem hlavního programu by byl opět zaktivován a údaj o konci činnosti by tudíž nebyl konstantní, proces by začal opět pracovat. Proto před pasivací přiřadím proměnné ZNOVA typu character hodnotu false. (Pokud proměnné ZNOVA nepřiřadím žádnou hodnotu, je její obsah automaticky chápán jako true). O dva řádky později se každý proces (každá pracovní operace) ptá následujícího ((I+1)), zda má v proměnné ZNOVA hodnotu true nebo false. Má-li true, je tento následující proces (pracovní operace) aktivován a provádí činnost. V opačném případě, je-li proměnná ZNOVA naplněna hodnotou false, následující operace stojí, informace o době ukončení činnosti (skrytá v proměnné CASP) se nemění, činnost se neprovádí a odchází se na další proces. Ve zmíněném řádku je však ještě jedna podmínka pro aktivaci následujícího

procesu. Tato podmínka je vyjádřena příkazem idle. Tento vrací hodnotu true, je-li exemplář pasivní nebo ukončený. Exemplářem je zde chápán výraz PR(I+1), což je exemplář následujícího procesu (následující pracovní operace). Kdyby tato nemohla probíhat z jakýchkoli provozních důvodů, daný proces by byl nutně pasivován a v případě absence příkazu idle by již nebyl znova zprovozněn.

A nyní k popisu deklarace tříd na montážní lince. Jak jsem již uvedl, nejedná se zde o sériový model jako u linky předvýrobní a v žádném případě neplatí pro jednotlivé procesy (pracovní operace), že mají jediný vstup. Z tohoto plyne, že model montážní linky nelze popsat jedinou obecnou třídou s obecným parametrem I jako tomu bylo v předcházejícím případě. Těchto tříd bude v deklaraci více, bude jich přesně tolik, kolik je montážních operací na lince. Budou mít sice stejnou strukturu jako obecná třída v procesu předvýroby, ovšem s tím rozdílem, že místo obecného parametru I se budou objevovat konkrétní proměnné a indexy. Příklad jedné této konkrétní třídy uvedu a objasním rozdílnosti mezi oběma uvedenými třídami.

```
Process Class MONT2;  
begin  
while true do begin  
    ref (MONTAZEK) MOM2;  
    if KOLICKY.empty and TELESA.empty then passivate  
        else begin  
            MOM2: -KOLICKY.First;  
            MOM2.out;
```

```

MOM2:-TELESA.First;
MOM2.out;
hold (18);
HOTMON(2):=HOTMON(2)+1;
MOM2.into (KOLTEL);
end (else);
it HOTMON2≥SUMA then begin
    CASM(2):=time;
    ZNOVAM2:=false;
    passivate;
end;
if MON3.idle and ZNOVAM3 then activate MON3;
end;
end;

```

Porovnáme-li strukturu třídy obecné, deklarované pro předvýrobu a tuto třídu, deklarovanou pro montáž, přílišnou rozdílnost neshledáme. Rozdíl je v tom, jak jsem již předeslal, že v tomto případě se neobjevuje obecný parametr I. Namísto něho máme u všech indexových proměnných přímo index (číslo v závorce), který označuje pořadovost operací na montážní lince. Toto se týká stejných proměnných, jako v předchozím příkladě, pouze jsou jinak označeny pro odlišení předvýrobní a montážní linky. Jsou to název třídy MONT, dále se indexuje exemplář MOM třídy MONTAZEK, počet hotových, již částečně zkompletovaných brzdových válečků na jednotlivých operacích (HOTMON) a potom proměnná CASM pro výpis času ukončení činnosti a ZNOVAM pro zabezpečení pasivace či aktivace následujícího procesu, další třídy označované též indexovým exemplářem MON.

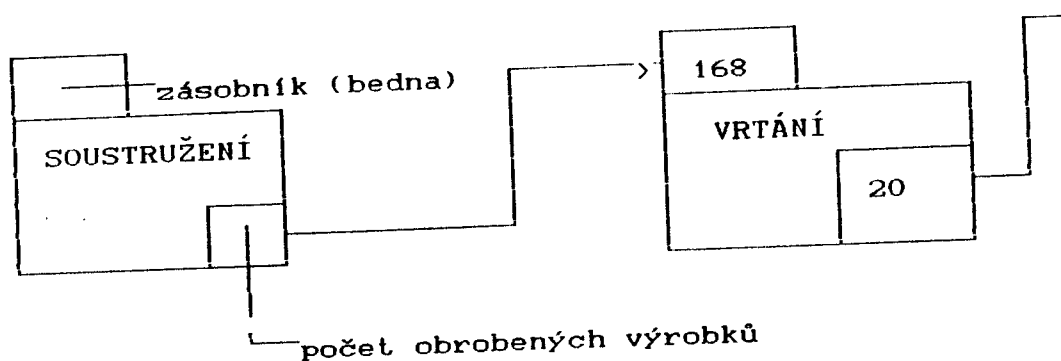
Další novum oproti předvýrobní třídě je v tom, že zásobníky (bedny) nečíslují jako indexovou proměnnou (i když by to samozřejmě bylo možné), ale pro dobrou orientaci v programu tyto zásobníky nazývám, podle druhu zboží, které se v nich nachází. Zde jsou tyto zásobníky KOLICKY, TELESA a KOLTEL. A ještě je tu jedna odlišnost, typická pro montážní linku. Nachází se na začátku bloku vlastního procesu uvnitř uvedené třídy. Zde exemplář MOM2 odebírá pomocí příkazu first prvek jednak z bedny KOLICKY a jednak z bedny TELESA a oba prvky ihned po vybrání vypouští ze seznamu. Právě takto se projevuje skutečnost, kterou jsem již několikrát zmínil, totiž že procesy (montážní operace) mají dva vstupy, které se kompletují do jednoho prvku (zde KOLTEL).

Takovýchto tříd je v deklaraci montážní linky přesně tolik, kolik je montážních operací na dané lince a ty jsou základním kamenem této deklarace.

V předchozí kapitole jsem se zmínil též o nutnosti celkové a přehledné informace o počtech a pohybu obrobků v celé předvýrobní a montážní lince. Nejjednodušší možností, jak toto poskytnout, je řádkový výpis stavu. Tato varianta je však velmi nepřehledná a znesnadňuje orientaci v požadovaných informacích. Lepší variantou jsou sloupcové grafy, ovšem ty bych volil v případě, že bych zobrazoval menší množství informací a počtů prvků (obrobků) na jednotlivých frontách. V mém případě by i tato varianta byla dosti nepřehledná.

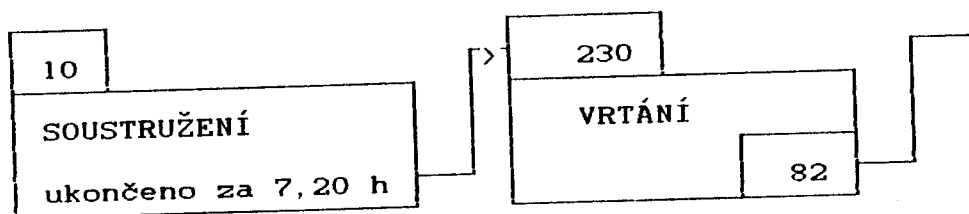
Zvolil jsem tedy způsob výpisu, kdy přímo do grafického schématu předvýrobní a montážní linky vepisují počty prvků v zásobnících (bednách) a hotové množství obrobků, již prošlých daným pracovištěm. Výhodou tohoto zobrazování je, že

kromě měnicích se počtů obrobků při každé periodě uživateli nezmizí z obrazu struktura obou linek se vzájemnými vazbami a propojením pracovišť. Kromě toho je také jasněji vidět, které pracoviště již ukončilo činnost a jak dlouho mu práce na zadaném množství výrobků trvala. Nyní graficky znázorním, jak tento výpis vypadá:



Před operací vrtání je v zásobníku 168 obrobků, 20 jich je už vyvrtaných, při zobrazení po další periodě se tento stav samozřejmě změní.

Po ukončení činnosti na libovolném pracovišti grafický výpis vypadá takto:



Aby byla informace o ukončení činnosti ještě zřetelnější, obdélník znázorňující danou operaci změnil barvu, v průběhu dalších period se již údaj v něm ani jeho barva nemění.

Celý výpis je řešen poměrně dlouhou třídou typu Process,

ve které jednotlivá místa na obrazovce, který parametr a kam zobrazit, jsou charakterizována přesně určenými pozicemi. Zobrazovány jsou ty proměnné, které jsou počítány ve třídách uvedených v předchozím příkladě. Údaj o stavu v zásobníku se naplňuje okamžitou hodnotou proměnné BEDNA(I) (viz příklad deklarace obecné třídy v procesu předvýroby) nebo např. hodnotou TELESA (druhý příklad třídy - případ montážní linky). Údaj o počtu zpracovaných obrobků zase odpovídá indexové proměnné HOT(I) u převýroby, u montáže je to proměnná HOTMON. Okamžitá hodnota proměnných CASP a CASM při naplnění požadovaného počtu zpracovaných obrobků se v této třídě převádí z údaje v sekundách na hodiny a je také tisknuta na požadovanou pozici.

Různých tříd a procedur program obsahuje více, ale nemá význam tyto nějak podrobně rozebírat a vysvětlovat. Ty, které jsem popsal, jsou nejvýznamnější a určující pro chod celého programu. V nich se také objevují podklady, na jejichž základě jsem pracoval.

5. V Ý Z N A M A P Ř Í N O S D I P L O M O V É P R Á C E

O významu diplomové práce jsem se už v jedné z předchozích kapitol zmínil. Pomocí programu se vytváří sumární pohled na celou předvýrobní i montážní linku. Snadno je dosažitelná informace o průchodnosti linky a jednotlivých pracovišť, uživatel vidí na první pohled, kde se mu v procesu několika pracovišť propojených vazbami tvoří fronty a které výrobní procesy naopak přílišné fronty odstraňují. Snadno pak může předem naplánovat zapojení rezervního zařízení při

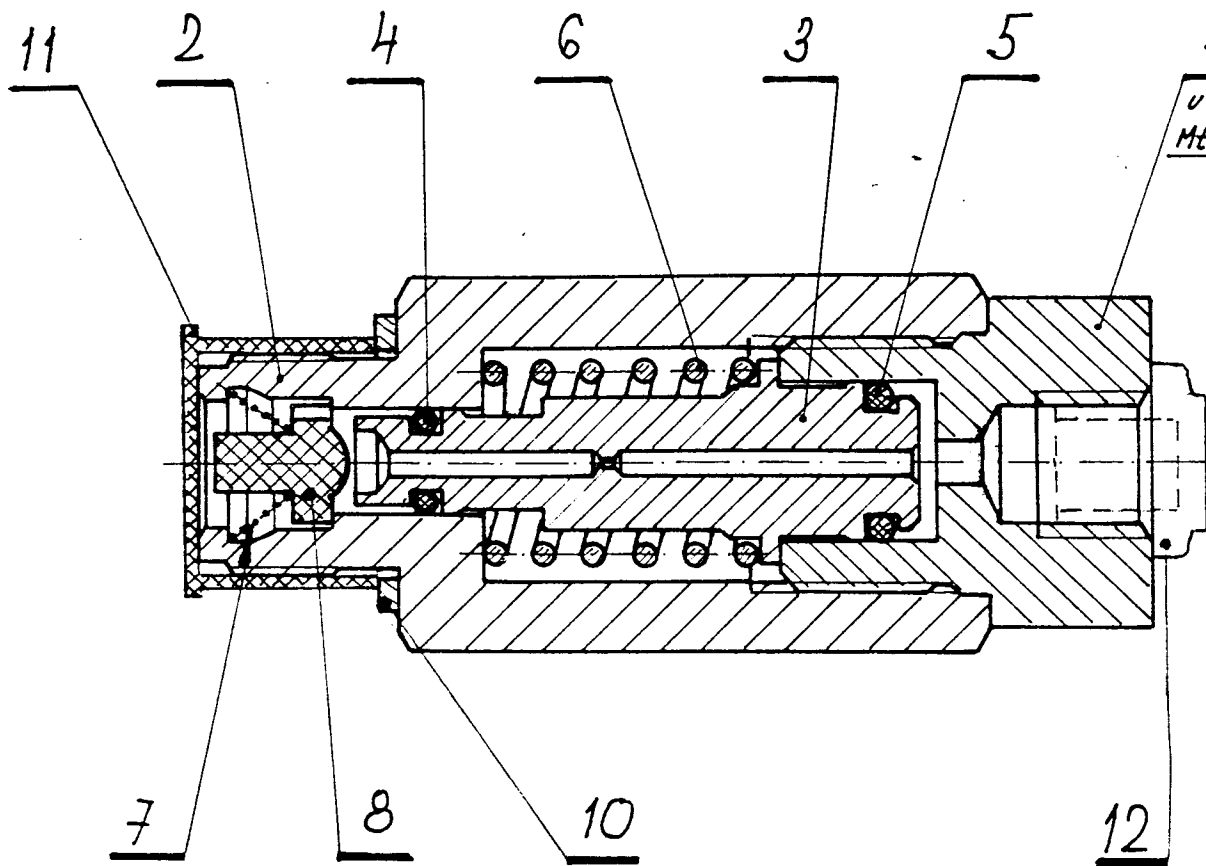
nahromadění velkého množství výrobků, též může dopředu přesně předpokládat ukončení činnosti na tom kterém pracovišti a tím ušetřit energii, pracovní sílu, popřípadě převést toto pracoviště na řešení jiného úkolu.

Diplomová práce však má význam i pro mě osobně. Pochopil jsem strukturu programovacího jazyka PC-Simula, naučil jsem se v něm pracovat a modelovat pomocí něho poměrně složité děje.

PŘÍLOHA č. 1

ROZDĚLOVACÍ VENTIL

NA TĚLESO POS. 2 OZNAČIT: OBJ. ČÍSLO : 003
 OCHRANNOU ZNÁMKU - VELIKOST 4
 NA ŠROUBENÍ POS. 9 VYRAZIT: DATUM VÝROBY DLE PŘEDPISU 03-9940.03
 ZNAČKU OTK



UTAHNOUT (2) (2)
 M_t = min. 12 Nm

03-9310/92 - 24.3.15 - Března - f-1x
 03-9688/93 - 16.2.14 - Března - g-1x

- Ⓐ VNITŘNÍ PLOCHY POTŘÍT ZKUŠEBNÍ KAPALINOU BREOX BCF7
 ROZMĚROVÝ VÝKRES 032.1947
 ZKOUŠENÍ A PŘEJÍMÁNÍ DLE TP.
 KLIMATICKÁ ODOLNOST N24 ONA 30 1002
- Ⓑ DETAILS 4, 5 PŘED MONTÁŽÍ MAČET 24 HODIN V ZKUŠEBNÍ KAPALINĚ BREOX BCF7

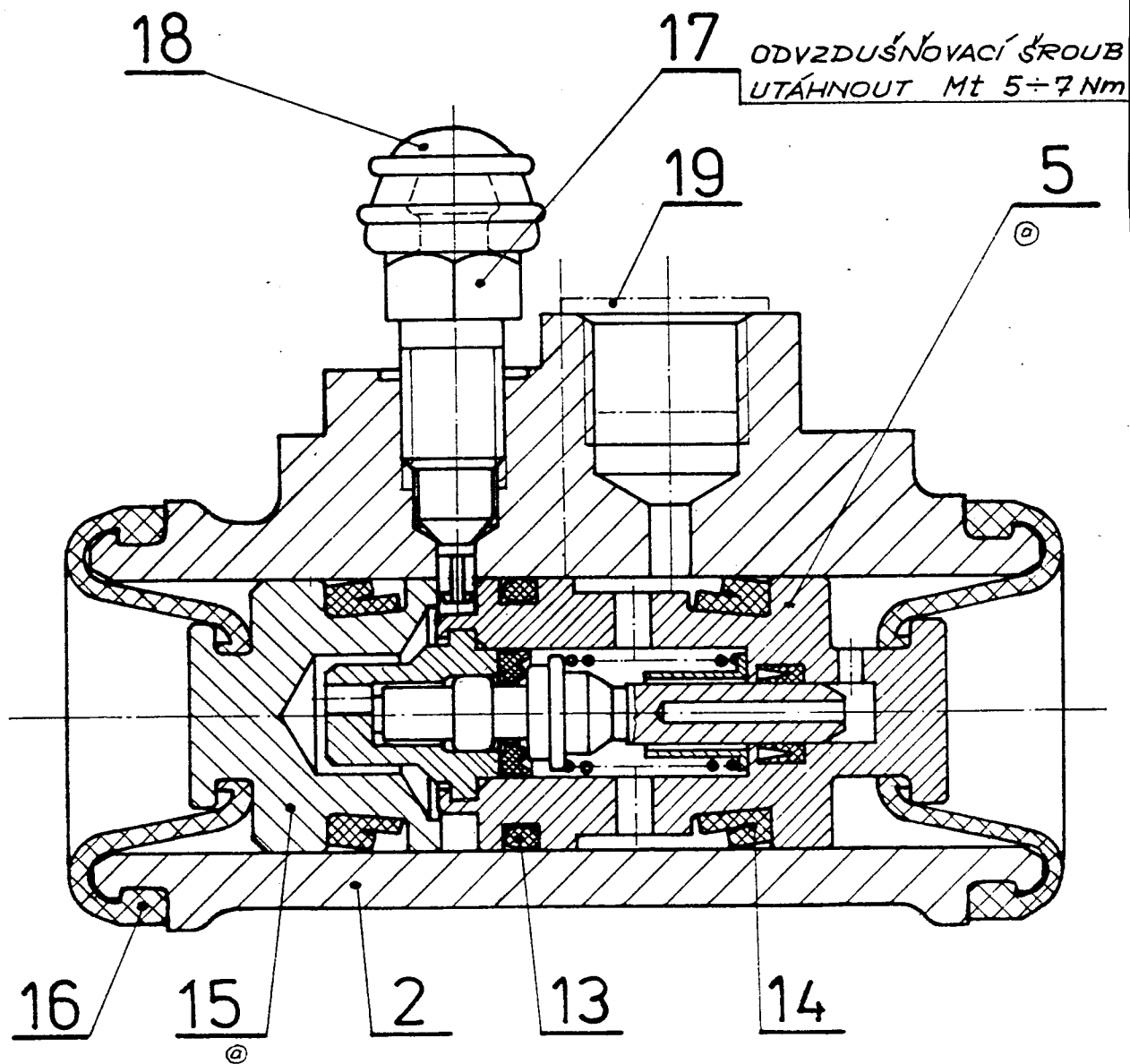
71

Město kraj		Název - ročník	Podpis	Materiál kosač	Materiál výkres	Třída odradu	Čistá váha	Číslo výkresu	Podpis					
Pomůcka voz 5781					Celková čistá váha kg									
Měřítko 2:1	Kreslí	Indiá	Kontrol.	<i>[Signature]</i>	Změna Dodatek	Dátum	Délka výkresu	Materiál výkresu	Podpis					
	Průzkoušel	<i>[Signature]</i>	OKK							03-7891/PP	21.10.1987	<i>[Signature]</i>	e	1x
	Norm. ved.	<i>[Signature]</i>	OKK							N-4248/PP	3.10.1987	<i>[Signature]</i>	d	1x
	Výř. proj.		Schválil	<i>[Signature]</i>						N-4079/88	7.1.1988	<i>[Signature]</i>	c	2x
			Dne	6.3.1984						N-3930/87	27.3.87	<i>[Signature]</i>	b	1x
				N-3612/85	13.11.85	<i>[Signature]</i>	a	1x						
Skupina		K výkresu		Starý výkres		Nový výkres								
Název		ROZDĚLOVACÍ VENTIL												
JABLONEC nad N.		443 611 421 003												

Pol. číslo	Číslo výkresu-normy-řp	Formát A	Police číslo	počet stran do	Počet kusů	Název	Jakost materiálu	Velikost materiálu	říd. odpadu	Č. polotovaru	Čistá váha v kg	Poznámka	Index změny
1	443 611 421 003	4	1	-	-	Rozdělovací ventily	seřazená						
2	443 96 2423 080	4	2	1	1	Těleso	42 4254.61 6HR22h11x	816				ČSN42 1419.11 ČSN42 7630.02	③
3	443 96 2403 105	3	3	1	1	Příst	42 4254.61 ø 14h11x	816				ČSN42 1419.11 ČSN42 7610.02	
4	0N02 9280.9	-	4	1	1	Těsnicí kroužek 8x4	RUBENA 31 469 výlisek			0,0001			
5	0N02 9280.9	-	5	1	1	Těsnicí kroužek 11x7	RUBENA 31 469 výlisek			0,00015			
6	443 96 4600 441	4	6	1	1	Pružina	42 6450.20 ø 1,4x	002					②
7	443 96 4600 420	4	7	1	1	Pružina	42 6450.30 ø 0,4x	002					
8	443 96 1500 063	4	8	1	1	Záklópka	PE SILAMID 1603 EN výlisek					barva: PŘÍRODNÍ	④ ⑤
9	443 96 2423 081	4	9	1	1	Šroubení	42 4254.61 6HR22h11x	816				ČSN42 1419.11 ČSN42 7630.02	③
10	ČSN02 9310.2	-	10	1	1	Těsnicí kroužek 16x20				0,0014		ZÍMAT A MORIT, POUZE MUSÍ BÝT HLADKÝ A BEZ OKUJÍ.	③
11		-	11	1	1	Záslepka	PE obj.č. 355-058					Výrobce: PLASTIMAT Liberec	④
12	443 96 2503 591	4	12	1	1	Zátka M10x1	PE výlisek				PE Ø 8,5/8,4 HR-VÝKRES 0,00027		④
13						Papír	SVIK PE 105					pro náhradní díly n.p. MOTOTECHNA	④
14	032.1947	4	-	-	-	Rozměrový výkres						Dovoz:	⑤
15						Zkušební kapalina	BRFOX BCF7						⑤
Pro evidenci		Nehrozí		Nehrozí		Datum		Číslo výtisku		List č.			
		443				10.1.1985		443 611 421 003		2			

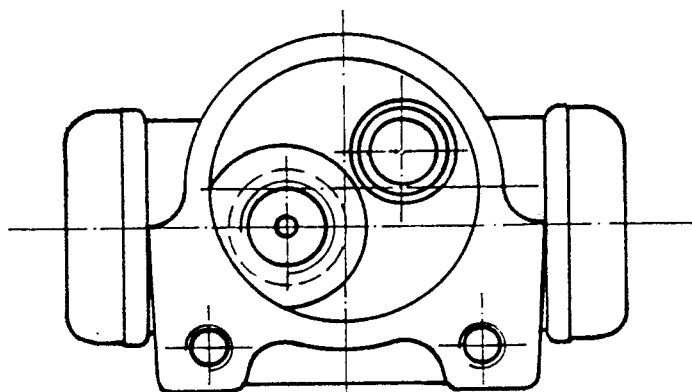
PŘÍLOHA č.2

PCR V BRZDOVÝ VÁLEČEK



M 1:1

ZRCADLOVÝ OBRAZ 443 611 304 055



ATESO

K U S O V N I K

Vydání: 03

Listu: 1

List: 1

BRZDOVY VALECEK PCRV ø20.6 LEVY

443 611 304 054

Poznámka: Pro PEUGEOT 405

Zpracoval: Salomon *Salomon*
 Kontroloval: Novotny *N/*
 Normalizace: Bures
 Schválil: Novak ing.

Pos	do	ks	For	Cislo vykresu	Nazev	Poznámka
1		0	A3	443 611 304 054	Brzdovy valecek PCRV ø20.6 L s	
2	1	1	A4	443 96 0612 443	Tel. brzd. valemku s kolikem p	
3	2	1	A3	443 96 2625 147	Teleso brzd. valemku ø20.6	BK4730
3	3	0	A3	BK4730	Teleso brzd. valemku ø20.6	odlitek
4	2	1		CSN 02 2156	Kolik 3x10	
5	1	1	A3	443 96 0612 445	Pist s ventilem ø20.6	p
6	5	1	A2	443 96 2403 141	Pist dlouhy	
7	5	1	A3	443 96 2503 570	Tesnici manzeta ø7.7	
7	5	1		L/A 32660645	Tesnici manzeta ø7.7	alternativa SRN
8	5	1	A4	443 96 2100 052	Vodici pouzdro	
9	5	1	A3	443 96 4600 520	Pruzina	
10	5	1	A3	443 96 2400 016	Ventilovy pist	
11	5	1	A3	443 96 2503 571	Davkovaci manzeta	
11	5	1		L/A 74660963	Davkovaci manzeta	alternativa SRN
12	5	1	A3	443 96 2203 034	Vlozka	
13	1	1	A4	443 96 2503 572	O-krouzek	
13	1	1		L/A 32660655	O-krouzek	alternativa SRN
14	1	2	A3	443 96 2503 596	Tesnici manzeta ø20.6	
14	1	2		L/A 2274660411	Tesnici manzeta ø20.6	alternativa SRN
15	1	1	A3	443 96 2403 142	Pist kratky	
16	1	2	A3	443 96 2503 594	Prachovka	
16	1	2		L/AE 2676660699	Prachovka	alternativa
17	1	1	A3	443 96 2421 074	Odvzdušnovaci sroub M 7	
17	1	1		L/A 32460006	Odvzdušnovaci sroub M 7x1	alt.(odp.2421 078)
18	1	1	A4	443 96 2503 251	Cepicka odvdusnovac. sroubu	
18	1	1		L/A 64674600	Cepicka odvdusnovac. sroubu	alt.(odp.2503 628)
19	1	1	A4	443 96 2501 047	Zatka pro M 12 (M 12x1)	vylisek
940		0			Zkus. kapalina BREOX BCF 7	
941		0		PND 47-550-87	Sil. pasta LUKOSAN M14 (M11)	Lucebni zavody
999		0			Tuk UNISILIKON TKM 233/VP 2	Klüber, SRN
999		0	A4	032.2421	Rozmerovy vykres	

Z M E N Y :

Vydání	Datum	Cislo PR	Pos
01	10.07.92		
02	13.01.93	N-5012/93	17, 18
03	29.01.93	03-9670/93	4

11

1. 10. 1993