

Vysoká škola strojní a textilní Liberec  
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

obor 23 - 07 - 8 - strojírenská technologie

zaměření o b r á b ě n í a m o n t á ž

Technicko-organizační projekt montáže motorů

KOM - OM - 504

Oskar M u ž í č e k

Vedoucí práce:	Doc. Ing. Jiří Cejnar, CSc., VŠST Liberec
Konzultant:	Zdeněk Svoboda, LIAZ Jablonec nad Nisou
počet stran:	91
Počet příloh:	1
Počet obrázků:	7
Počet výkresů:	2

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VYKONU)

pro s. Oskara M u ž í č k a

obor 23-07-8 strojírenská technologie

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Technicko-organizační projekt montáže motorů M.

### Zásady pro vypracování:

- 1) Politickoeconomický význam zadání
- 2) Rozbor současného stavu montáže v n.p. LIAZ
- 3) Návrh nového řešení montáže motorů
- 4) Zhodnocení předloženého návrhu
- 5) Závěr

V 254/87 S

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

KOM/AM

Roční grafických prací: dle potřeby

Roční průvodní zprávy: cca 40 - 60 stran

Seznam odborné literatury:

Vigner, Zelenka, Král, : Metodika projektování výrobních procesů.  
SNTL/Alfa, Praha 1983

Líbal, : Organizace a řízení výroby, SNTL, Praha 1983.

Kaufmann, : Racionalizace interních montáží. SNTL, Praha 1981

Podnikové materiály o.p. LIAZ

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Jiří Cejnar, CSc

Datum zadání diplomové práce: 30. 1. 1987

Termín odevzdání diplomové práce: 31. 12. 1987



*Gazda*  
Doc. Ing. Jeromír Gazda, CSc  
Vedoucí katedry

*Alaxin*  
Doc. Ing. Ján Alaxin, CSc  
Děkan

v Liberci ..... dne 30. ledna ..... 19 87

## Seznam zkrátek a symbolů

CCM	Current Control Module /proudový řídicí modul/
$I_1, I_2$	Náklady
$I_g$	Koeficient zvýšení produkce
$K_e$	Koeficient ekonomické efektivity
$N_{min}$	Normominuty
PPS	Prostředky postupné spotřeby
$Q$	Objem výroby
$t_a$	Pracovní takt linky
$T_c$	Celkový denní časový fond
$T_u$	Doba úhrady
$T_z$	Denní ztrátový časový fond
$U$	Úspory
ZP	Základní prostředky
$\Sigma$	součet /suma/

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou  
práci vypracoval samostatně s použitím uvede-  
né literatury

V Jablonci nad Nisou  
dne 4. května 1987

Oskar Mužíček

*Oskar Mužíček*

## Obsah

	str.
1. Úvod	6
2. Rozbor současného stavu	8
2.1. Předmontáž a mezisklad	9
2.2. Manipulace s materiálem	10
2.3. Objem a rozmanitost výroby	11
2.4. Počet a struktura pracovníků	14
2.5. Uspořádání technologických operací	16
2.6. Kapacitní propočty montáže motorů	21
2.7. Přehled časové náročnosti jednotlivých montážních operací	22
3. Shrnutí stávajícího stavu	24
3.1. Technologie	26
3.2. Paletizace	26
3.3. Manipulace	27
3.4. Spojovací technika	28
3.5. Dodávky dílů	31
3.6. Bezpečnost práce	31
4. Možnost řešení montážních dopravníků	32
4.1. Válečková dráha	32
4.2. Podpodlahový dopravník	32
4.3. Podlahový vozíkový dopravník	34
4.5. Indukční vozíky	34
4.6. Elektrické vozíky s podzemní trolejí	35
5. Postavení ekonomiky v projektování	36
6. Navrhovaná řešení	38
6.1. Technologické a organizační uspořádání	50

	str.
6.1.1. Technologické spojování dílů a montážních celků	52
6.2. Technologické skupiny	60
6.3. Výpočet potřebného počtu pracovníků	77
6.4. Předmontáže a mezisklad motorů	79
6.5. Požadavky na profesní pro- jekty	80
7. Technicko-ekonomické zhodno- cení	83
8. Možnosti další racionalizace	87
9. Závěr	88
10. Seznam použité literatury	89

## 1. ÚVOD

Rozvoji nákladní automobilové dopravy se u nás věnuje celospolečenská soustavná pozornost. Stranické a hospodářské vedení zdůrazňuje význam a nutnost vybudování rozvinuté výroby nákladních automobilů. Z hlediska celospolečenského se jedná o nosný perspektivní program s mimořádně širokým společenským využitím a významem. Z hlediska celkového přepraveného množství zaujímá automobilová doprava stále přednější místo, což je způsobeno výhodami automobilové dopravy /přizpůsobení požadavkům, rychlost přepravy, možnost mechanizace nakládky a vykládky a v neposlední řadě doprava na přesné místo určení/. Náročnost úkolů, které si naše společnost vytýčila, nabádá osvojovat si nejnovější poznatky vědy a techniky a uplatňovat je co nejrychleji a v co největší míře ve výrobním procesu. V rozvoji automobilového průmyslu má již tradičně značný význam rozvoj výroby a inovační programy. V o.p. LIAZ již v roce 1986 začal inovační proces, který se v letošním roce dokončí. Inovace motorů řady M se zaměřila hlavně na zvýšení celkové spolehlivosti, což se má projevit počtem najetých kilometrů do první generální opravy. Dále je inovace zaměřena na komponenty a uzly, které již nevyhovovaly stále se zvětšujícím výkonům vyráběných motorů. Tímto se motory montované v o.p. LIAZ mají vyrovnat předním evropským a světovým výrobcům nákladních automobilů. Svědčí o tom i úspěšné zápolení na sportovním poli s mnoha renomovanými značkami nákladních automobilů při velmi náročné soutěži Rallye Paříž - Dakar.



Vyráběné motory řady M 1.2 A mají ve vozové zástavbě ujet více jak 450 000 km do první generální opravy. Při posuzování závažnosti podílu oborového podniku LIAZ na zajištění společenské potřeby nákladních automobilů a autokarů, je třeba mít na zřeteli, že na automobilových podvozcích a agregátech podnikem vyráběných, spočívá v rozhodující míře silniční přeprava nákladů a osob v naší republice i mezinárodní kamionové dopravě.

Vozový park socialistických organizací v nosnosti 8 - 12 tun je více jak 60 % tvořen vozy o.p. LIAZ, u souprav pro mezinárodní kamionovou dopravu přesahuje tento podíl 90 %.

Nezanedbatelný podíl má o.p. LIAZ i v oblasti zahraničního obchodu a to jak přímým exportem vozových jednotek, tak výrobou motorů, podvozků a dalších komponentů pro nepřímý vývoz v rámci spolupráce s dalšími výrobci v naší republice. Jedná se především o autobusy, speciální vozy, železniční motorové vozy, chladírenské soupravy, popelářské vozy, rypadla, čerpadla a mnoho dalších.

Předpokládaný technicko-organizační projekt řeší zvýšení montáže motorů řady M 1.2 A v závodě Ol v Jablonci nad Nisou, aby mohl být výhledově zajištěn nárůst výroby i všech dalších ukazatelů plánu a dosaženo tak splnění úkolů.

## 2. Rozbor současného stavu

Rozbor stávajícího stavu jsem provedl na základě vlastní analýzy montážního procesu. Celkový rozbor jsem rozčlenil na několik hledisek :

- údaje o základních prostředcích, zejména výrobních zařízeních, vybavenost montážními prostředky, plošné rozměry, mezisklad
- údaje o výrobcích, t.j. počty kusů výrobků, počty druhů a modifikace
- údaje o pracovních silách, počty montážních pracovníků jednotlivých operací, jejich kvalifikace
- údaje o technologii, rozmístění operací kolem montážního oválu, nezbytnost a vhodnost všech operací, délky operací, bezpečnost práce
- údaje o paletizaci a manipulaci.

Montážní linka na výrobu motorů řady M oborového podniku LIAZ je umístěna v objektu 34. Linka má tvar oválu, který je tvořen podpodlahovým dopravníkem. Montážní linka má 41 stojanů, které dovolí otáčet motorem kolem vertikální i horizontální osy.

Z toho důvodu si může montážní pracovník jednoduchým úkonem natočit rozpracovaný motor do nejoptimálnější montážní polohy. Pohyb montážního oválu je odvozen z variátoru, který dovoluje plynulou změnu rychlosti.

Jedná se o pohyblivou montáž s nuceným plynulým pohybem pracovního předmětu. Takt linky je dán dobou pohybu po délce pevného pracoviště. Montáž-

ní práce se rytmicky opakují, a proto jsou do značné míry synchronizovány.

Celá montáž je technologicky rozdělena na 25 montážních a 2 kontrolní operace. Předností pohyblivé montáže je přesné dodržování montážního taktu.

### 2.1. Předmontáž a mezisklad

Na středisku je instalován regálový zakladač ze STROJSMALTu Levoča. Celková délka je 22,5 m s možností stohování v jednom sloupci 5 až 6 palet nad sebou. Zakladač je tvořen šesti řadami, kapacita zakladače je 90 kusů beden o rozměrem 1200 x 800 x 600 mm.

Popř. dvakrát tolik polopalet o rozměrech 800 x 600 x 600 mm. Nosnost buňky je 1 000 kg a nosnost sloupce je 6 000 kg. Výhodou tohoto typu zakladače je, že se po jednoduché úpravě může změnit poměr buněk pro uskladňování beden a palet.

Tato kapacita vystačí na zásobu dílů pro montáž motorů na 6 směn. Manipulace s paletami se zabezpečuje pomocí vysokozdvihných elektrických akumulátorových vozíků s výsuvným hydraulickým zařízením.

Typ EV 818,56, jehož zdvih je 5 600 mm a nosnost 10 kN. V předmontáži je instalována průběžná pračka HYDROMATIC, typ PPS 1000 x 1200 RO od výrobce KOVOFINIŠ Leděč. n. S., která zajišťuje čistotu dodávaných dílů jednak pro předmontážní, ale i pro montážní operace. Praní se provádí buď ruční manipulací velkých dílů nebo v typizovaných pale-

tách.

Velká většina předmontážních operací se provádí v těchto prostorách. Podsestavy se ručně dávají do universálních palet, které se potom vysokozdvížným vozíkem převážejí na montáž motorů nebo se komplety sestavují na ručně vedené vozíky, které se ruční manipulací dopraví na montáž.

Dále se zde připravuje velká většina spojovacího materiálu, která se kompletuje s podložkami a dává do dřevěných palet na určitý počet motorů. Tyto palety jsou připraveny ve speciálním zakladači /regále/ na montáži motorů. Na každý motor se připraví 122 ks normalizovaných šroubů v 21 druzích.

## 2.2. Manipulace s materiálem

Manipulaci můžeme rozdělit na dvě skupiny:

1. Doprava na jednotlivá pracoviště
2. Manipulace na montážních pracovištích.

ad. 1/ Díly a podkomplety se dopravují z předmontáže pomocí benzínového vysokozdvížného vozíku BVHM 21 a elektrického vysokozdvížného vozíku EV 701. Většina materiálu se vozí v unifikovaných paletách na určené místo k montážnímu pracovišti.

Jen malá část podsestav jako sestavy sacího a výfukového potrubí se vozí na ručně tlačených vozících, které slouží jako palety.

- ad. 2/ - Otáčení stojanu - na kterém je upevněn blok motoru - nám dovoluje otáčení jak v horizontální, tak ve vertikální ose. Otáčení rozpracovaného motoru ve stojanu, popř. otáčení celého stojanu se provádí během montáže jednoho motoru celkem 9 x.
- Další nepříjemnou ruční manipulací, která vyžaduje velkou fyzickou námahu, je otáčení klikovým hřídelem. Otáčet se musí na 4 operacích /kontrola točivosti klikového hřídele, při montáži rozvodů, při montáži pístové skupiny, při seřizování vůle ventilů/.
  - Donášení dílů a komponentů z palet na pracoviště způsobuje největší časové ztráty, které jsou způsobené donášením dílů a podkompletu do okolních palet a beden přímo k montážnímu stojanu.

### 2.3. Objem a rozmanitost výroby

Za poslední rok se na montáži motorů vyrobilo 20569 ks motorů ve 42 modifikacích. Tento počet lze rozdělit na základní typy M 634, M 635, M 637, M 638, M 640 s rozsahem výkonu od 90 kW do 225 kW.

Vyrábí se jako stojaté, šikmé a ležaté provedení.

Základem všech typů motorů řady M je:

čtyřdobý, vznětový, řadový, kapalinou chlazený šestiválec s přímým vstřikem paliva, při pohledu zepředu pravotočivý, s rozvodem OVH, vrtání 130, zdvih 150 mm, objem válců  $11,93 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ .

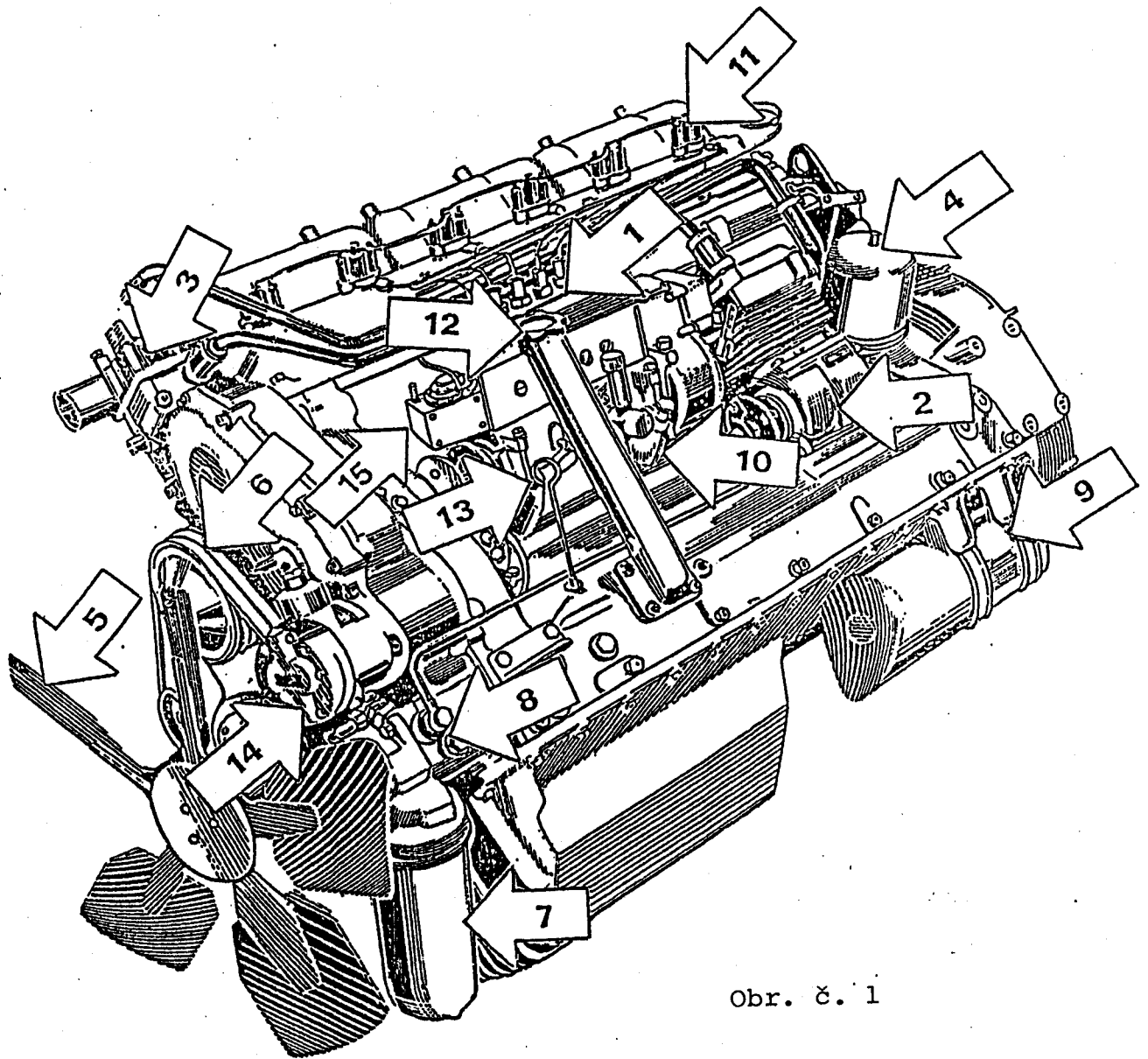
Motory typu M 637, 638 a 640 jsou přeplňovány

turbodmychadlem systému TTT, který je poháněn výfukovými plyny.

Seznam všech typů motorů je uveden v příloze č. 1 s označením podnikové dokumentace.

Tyto motory se montují do vozových jednotek zástaveb, které kompletují sesterské závody a další organizace.

Na obr. č. 1 je inovovaný přeplňovaný motor řady M 1.2 typ MŠ 638.



Obr. č. 1

1. vstřikovací čerpadlo s regulátorem
2. kompresor
3. termoregulátor
4. odstředivý čistič oleje
5. ventilátor
6. vodní čerpadlo
7. plnoprůtočný čistič oleje
8. regulační ventily
9. spouštěč
10. dopravní čerpadlo
11. vstřikovač
12. plnicí hrdlo oleje
13. měrka oleje
14. zubové čerpadlo servořízení
15. regulátor vstřikovacího čerpadla

#### 2.4. Počet a struktura pracovníků

Na montáži motorů pracuje celkem 81 pracovníků. Z tohoto počtu je 5 technicko-hospodářských pracovníků a 76 dělníků. Technicko-hospodářské funkce plánované na montáži jsou:

- vrchní mistr montáže motorů
- 2 směnoví mistři montáže motorů
- 1 mistr mezikladu a předmontáží
- jedna plánovačka.

Z celkového počtu 76 dělníků je 75 jednicových a 1 režijní /uklízeč/.

Dalším pohledem je zaměstnanost žen, kterých pracuje na tomto středisku 18.

Z hlediska zastupitelnosti zná asi 30 % pracovníků všechny montážní operace a 70 % dělníků může nastoupit pouze na určitý počet operací. Toto má velký význam na organizaci práce při vyšších absencích nebo při zajišťování mimořádných pracovních směn.

V tomto celkovém počtu je polovina pracovníků vyučených v oboru a zbytek je buď vyučených v nepříbuzném oboru nebo nejsou vůbec vyučeni.

Mazisklad a předmontáže mají tuto skladbu pracovníků:

- 1 mistr
- 3 skladové dělnice, které evidují příjem jednotlivých druhů materiálu a dílů, evidují zásoby a prodeje těchto dílů a komponentů



- 33 úkolových dělníků, kteří zabezpečují předmontáž podkompletů, paletizaci spojovacího materiálu, praní dílů a dopravu všech dílů na montáž motorů.

Z celkového počtu pracovníků tohoto střediska je 11 mužů a 25 žen.

## 2.5. Uspořádání technologických operací

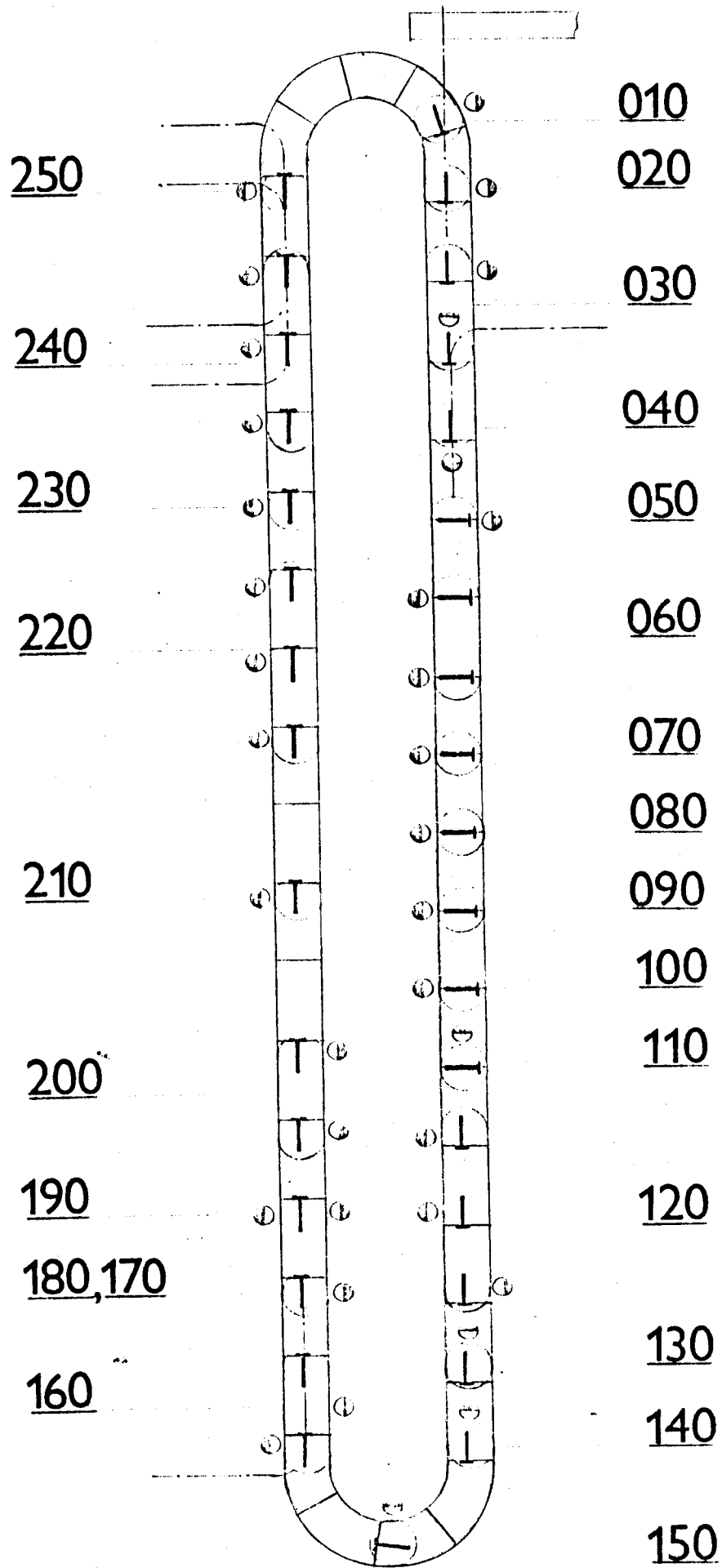
- 010 - Ustavit blok motoru do montážního stojanu linky  
Vyzrazit pořadové číslo dobovou značkou a typ motoru na nálietek bloku válců  
Vystavit matriční list motoru
- 020 - Vyšroubovat 14 kusů šroubů ložisek  
Vyšroubovat 14 ks bočních šroubů  
Vymout víka ložisek  
Vložit spodní a vrchní hlavní ložisko
- 030 - Ustavit klikový hřídel  
Vložit víka ložisek  
Utáhnout šrouby a boční šrouby vík ložisek  
Na čep klikového hřídele ustavit komplet drážkového kroužku  
Na čep klikového hřídele nasadit ohřáté hnací kolo rozvodu a narazit bez vůle na drážkový kroužek  
Zkontrolovat volné otáčení klikového hřídele
- 040 - Dosedací plochu bloků válců natřít těsnícím tmelem  
Vložit těsnění zadního víka, natřít těsnícím tmelem  
Ustavit a devíti šrouby utáhnout zadní víko
- 050 - Ustavit a našroubovat úplný setrvačnick
- 060 - Ustavit úplné vložené kolo a kolo pomocného pohonu

- 070 - Ustavit komplet výměníku se spodní skříní vodního čerpadla, namontovat úplné vodní čerpadlo
- 080 - Na centrační kolíky ustavit čelo klikové skříně
- 090 - Vložit vačkový hřídel, vsunout do bloku válců úplný náhon vstřikovacího čerpadla podle vyražených značek na ozubeném kole vačkového hřídele a ozubeného kola náhonu vstřikovacího čerpadla
- 100 - Ustavit odstředivý čistič, úplnou trubku k čističi  
Ustavit úplné víko čela klikové skříně
- 110 - Ustavit kompresor, spojit s náhonem, připojit úplnou trubku přívodu oleje a hadicí přívodu vody
- 120 - Postupně vsunout do motoru úplné ojnice s písty  
Ustavit spodní víka ložisek a našroubovat matice na ojniční šrouby  
Do motoru vkládat písty stejné třídy, ojnice stejné váhové skupiny
- 130 - Montovat regulační ventil a úplný čistič oleje
- 140 - Ustavit úplný torzní tlumič a úplný náboj větráku
- 151 - Mezioperační kontrola předchozích operací

- 160 - Ustavit těsnění hlav válců  
Ustavit komplet hlav válců a utáhnout dle předpisu
- 170 - Na hlavy válců ustavit kozlíky vahadel a hrdlo termoregulátoru
- 180 - Seříditi vůli sacích a výfukových ventilů
- 190 - Ustavit komplet sacího potrubí a 2 konzoly pružného uložení
- 200 - Ustavit úplné vstřikovací čerpadlo  
Do otvoru v hlavě válců vložit 6 kusů úplných vstřikovačů  
Ustavit a přišroubovat úplnou trubku odpadu paliva
- 210 - Ustavit úplné výfukové potrubí s turbodmychadlem  
Příšroubovat trubku odpadu oleje a trubku přívodu oleje  
Úplné koleno sacího potrubí spojit s turbodmychadlem úplnou hadicí
- 220 - Na blok ustavit komplet úplného olejového čerpadla a přišroubovat úplný sací koš  
Ustavit úplné spodní víko na spodní víko motoru  
Ustavit spouštěč

- 230 - Přípravné práce pro operaci 220
- 240 - Odstranit závady zjištěné na montáži  
V případě nutnosti krátkodobě zastoupit chybějícího pracovníka
- 250 - Kontrola úplnosti montáže dle jednotlivých typů motorů  
Motor svésit na podvěsný dopravník, číslo motoru zapsat do evidenční knihy a motor naplnit olejem.
- 251 - Konečná kontrola - kontrola všech operací kvality montáže dodržení předepsaných utahovacích momentů, dodržení předepsaných vůlí a předepsané čistoty montáže

Na obr. č. 2 je znázorněna montáž motorů s rozmístěním technologických operací a pracovním natočením montážních stojanů.



## 2.6. Kapacitní propočty montáže motorů

- montáž motorů - dvousměnný provoz  
 $T_C = 8,5 + 8 = 16,5 \text{ hod} = 990 \text{ min}$
- požadavek z ročního plánu 83 kusů motorů/den
- takt linky  $t_{AC} = 990 : 83 = 11,928 \text{ min/motor}$
- z časového snímku byly zjištěny tyto informace:

Na jednoho pracovníka a směnu:

Zákonná přestávka - přirozená potřeba	$T_{C202} = 10'$
- zákonná přestávka	$T_{C203} = 15'$
- objednávka svačin	$T_{C204} = 2'$
- mytí rukou	$T_{C206} = 6'$

Přípravné práce na počátku směny	$T_{C1002} = 4'$
Zápis denní práce	$T_{C1005} = 2'$
Přípravné práce ve směně	$T_{32} = 29'$
Úklid pracoviště a předání směny	$T_{C1003} = 12'$

Celkem  $T_Z = 80'$

Koeficient ztrát

$$K_C = \frac{T_C}{T_C - T_Z} = \frac{990}{990 - 2 \times 80} = 1,193$$

$$\text{Pracovní takt linky } t_A = \frac{t_{AC}}{K_C} = \frac{11,928}{1,193} = 9,998 \text{ min/ks}$$

Časy jednotlivých operací musí být menší než je čas  $t_A$ .

2.7. Přehled časové náročnosti jednotlivých montážních operací

Operace	Přeplňované motory		Nepřeplňované motory
010		7,434	7,434
020		7,858	7,858
030	2x	7,140	2x 7,140
040		7,444	7,444
050		5,358	5,358
060	2x	5,665	2x 5,665
070		6,995	6,995
080		6,354	6,354
090		5,747	6,863
100		6,980	7,131
110		6,730	6,628
120	3x	5,693	3x 5,693
130		5,832	5,313
140		5,621	5,962
150		4,991	4,991
160	2x	6,600	2x 6,600
170		6,248	6,248
180		6,387	6,387
190		5,431	6,551
200	2x	6,323	2x 6,631
210		7,250	7,150
220	3x	6,018	3x 6,018
230		6,326	6,326
240	3x	9,998	3x 9,998
250		7,624	7,624



Z tohoto rozboru vyplývá, že nejdelší čas potřebný na jednu operaci je 7,858 Nmin., kdežto pracovní takt linky je 9,998 Nmin.

Lepší organizací práce, jako například lepším rozmístěním úkonů v operacích nebo zvýšením počtu manipulačních dělníků, kteří by zajišťovali přísun dílů až na montážní pracoviště, by bylo možné zkrátit potřebný čas na výrobu jednoho motoru až o 2 minuty, což by představovalo nárůst vyrobených motorů asi o 20 %, t.j. asi na 24 670 ks motorů za rok.

Zadané zvýšení výroby motorů nedovoluje stávající technologii splnit tento úkol, a proto se musí zvolit jiná organizace výroby motorů.

### 3. Shrnutí stávajícího stavu

Montážní pracoviště má všechny výhody synchronizované montáže jako např. přesný plynulý takt operací. Tím nutí pracovníky, aby své práce ukončili včas.

Pracovní operace se stále opakují, a proto jsou značně únavné. Svou jednotvárností nepůsobí příliš dobře na psychiku pracovníků a tím i na kvalitu práce.

Montážní pás je dán tvarem oválu, mechanizované navážení dílů je možno provádět dopravními vozíky pouze po obvodu oválu.

Do prostoru uvnitř se díly navážejí nebo donášejí ručně.

Z toho plyne, že po obvodu montážního pásu je značné množství palet. A jestliže ještěrkář potřebuje odvézt správnou paletu od montážního pásu, musí většinou okolní palety přerovnat, aby se k této dostal.

Nad montážním pracovištěm není instalován mostový jeřáb, který by problém s manipulací plných a prázdných beden zjednodušoval.

U současného stavu pracoviště není možné instalovat manipulátory a roboty z prostorových možností a dále pro potřeby těchto mechanismů zabezpečit přesné zafixování polohy montážního pásu, což je u pásu této konstrukce vyloučeno.