Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní | Katedra obrábění a montáže

Magisterský studijní program: M2301 Strojní inženýrství

Studijní obor a zaměření: 2303T002 Strojírenská technologie
Obrábění a montáž

PROJEKT NA ZVÝŠENÍ EFEKTIVITY LINKY VYRÁBĚJÍCÍ 2 HP VERTIKÁLNÍ FRÉZKY

THE PROJECT OF EFFICIENCY INCREASE OF ASSEMBLY LINE PRODUCING 2HP VERTICAL ROUTER

KOM - 1030

Jan Adamec

Vedoucí diplomové práce : Ing. Jan Frinta, CSc. (TUL)

Konzultant diplomové práce: doc. Dr. Ing. Ivan Mašín (IPI Liberec)

Boris Marčík, B&D (Ústí nad Labem)

Počet stran: 82

Počet příloh: 48

Počet tabulek: 7

Počet obrázků: 189

Datum: 27.5.2005

ANOTACE

Označení DP: *1030* Řešitel: *Jan Adamec*

PROJEKT NA ZVÝŠENÍ EFEKTIVITY LINKY VYRÁBĚJÍCÍ 2 HP VERTIKÁLNÍ FRÉZKY

ANOTACE:

Práce se zabývá štíhlým výrobním systémem, tokem materiálu na lince, návrhem montážní linky a vyvážením práce dělníků. Cílem této diplomové práce bylo navrhnout projekt, který by vedl ke zlepšení efektivity montážní linky vyrábějící profesionální řadu elektrického dřevoobrábějícího ručního nářadí 2 HP vertikální frézky.

THE PROJECT OF EFFICIENCY INCREASE OF ASSEMBLY LINE PRODUCING 2HP VERTICAL ROUTER

ANNOTATION:

The work is engaged in lean manufacturing system, flow of material along line, layout of assembly line and balance of labour operations. The goal of this thesis was to suggest a project that would aim to improvement of efficiency of assembly line producing professional series of power woodworking hand tools of 2HP vertical router.

Klíčová slova: **MONTÁŽ, , ŠTÍHLÁ VÝROBA, TOK MATERIÁLU**

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 2005

Archivní označ. zprávy:

Počet stran:	82
Počet příloh:	48
Počet obrázků:	189
Počet tabulek:	7
Počet diagramů:	-

MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

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

V Liberci dne 27. 5. 2005

Podpis: ....

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval především vedoucímu diplomové práce Ing. J. Frintovi, CSc., konzultantům doc. Dr. Ing. I. Mašínovi a B. Marčíkovi a zaměstnanci společnosti Black & Decker Ing. P. Švecovi za cenné rady, pomoc při řešení problémů, které se vyskytly při tvorbě této práce, a za předání svých bohatých zkušeností. Dále bych chtěl poděkovat svým rodičům za psychickou a finanční podporu během mého studia.

Jan Adamec

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantů.

Datum:.. Podpis:..

PŘEHLED VELIČIN A JEJICH JEDNOTEK 7

1. ÚVOD 8

1.1 SEZNÁMENÍ S FIRMOU BLACK & DECKER 8

1.1.1 Historie firmy 8
1.1.2 Současnost 13
1.2 TEORETICKÉ PŘÍSTUPY 13

1.2.1 Štíhlý výrobní systém (Lean manufacturing) 13
1.2.2 Pohyb materiálu (Flow of material) 15
1.2.3 Stanovení tvaru montážní buňky (Determine the Cell Shape) 17
1.2.4 Návrh montážní buňky (Lay Out the Cell) 17
1.2.5 Návrh času taktu (Determine the Takt Time) 18
1.2.6 Vyvážení práce operátorů (Balance the Operations) 18

2. SEZNÁMENÍ SE VSTUPNÍMI PARAMETRY 19

2.1 POPIS A ZÁKLADNÍ FUNKCE VÝROBKU 19

2.2 ANALÝZA MONTÁŽNÍCH POSTUPŮ 23

2.2.1 Popis stávajícího stavu montážní linky 23
2.2.2 Popis práce na jednotlivých stanovištích 23
2.2.3 Analýza současného výrobního času 54
2.2.5 Analýza současného stavu rozpracovatelnosti výroby 56
2.2.4 Vyvážení práce operátorů na lince 57
2.2.5 Materiálový tok současného stavu 58

3. NÁVRH ZMĚN MONTÁŽNÍ LINKY A DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ. 59

3.1 ZACHOVÁNÍ SOUČASNÉHO DISPOZIČNÍHO ŘEŠENÍ LINKY – VARIANTA A 59

3.1.1 Volba počtu operátorů 59
3.1.2 Upravení času cyklů 59
3.1.3 Výpočet maximální efektivity linky a využití časového fondu operátorů .. 60
3.1.4 Analýza navrhovaného stavu rozpracovatelnosti výroby 61
3.2 NÁVRH NOVÉHO DISPOZIČNÍHO ŘEŠENÍ 61

3.3 ROZMÍSTĚNÍ LINKY DO TVARU U – VARIANTA B 61

3.3.1 Popis uspořádání linky 61
3.3.2 Rozdělení času cyklů operátorům 63
3.3.3 Výpočet maximální efektivity linky 66
3.3.4 Analýza rozpracovatelnosti výroby a materiálového toku 67
3.4 ROZMÍSTĚNÍ LINKY DO TVARU U, BEZ POUŽITÍ ZÁBĚHOVÉHO TESTERU – VARIANTA C 67

3.4.1 Popis uspořádání linky 67
3.4.2 Rozdělení času cyklů operátorům 68
3.4.3 Výpočet maximální efektivity linky 69
3.3.4 Analýza rozpracovatelnosti výroby,materiálového toku a ušetření prostoru 70
3.5 ROZMÍSTĚNÍ LINKY DO TVARU U SE STŘEDNÍM TOKEM – VARIANTA D 71

3.5.1 Popis uspořádání linky *71*
3.5.2 Rozdělení času cyklů operátorům *71*
3.5.3 Výpočet maximální efektivity linky *72*
3.3.4 Analýza rozpracovatelnosti výroby,materiálového toku a ušetření prostoru *73*
3.6 ROZMÍSTĚNÍ LINKY DO TVARU U SE STŘEDNÍM TOKEM, BEZ POUŽITÍ ZÁBĚHOVÉHO TESTERU – VARIANTA E 74
3.6.1 Popis uspořádání linky *74*
3.6.2 Rozdělení času cyklů operátorům *74*
3.6.3 Výpočet maximální efektivity linky *76*
3.6.4 Analýza rozpracovatelnosti výroby,materiálového toku a ušetření prostoru *77*
4. ZHODNOCENÍ PROJEKTU 78
4.1 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ 78
4.1.1 Nové investiční náklady do jednotlivých variant *78*
4.1.2 Roční úspory při použití jednotlivých variant *79*
4.2 ZÁVĚR 80
5. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY: 82
6. PŘÍLOHY
6.1 SEZNAM PŘÍLOH

Přehled veličin a jejich jednotek

Značka	*Název veličiny*	*Jednotka*
BI	Balanc index	[%]
CC	Čas cyklu	[min]
CP	Čas na zhotovení součástí předmontáže	[h]
CPD	Průběžný čas výrobní dávky	[h]
CPV	Celkový počet výrobků za rok	[ks]
CS	Čas směny	[h]
CT	Čas testování	[min]
CU	Čas úseku	[min, s]
EL	Efektivita linky	[%]
HNO	Hodinové náklady na operátora	[euro]
MCC	Maximální čas cyklu	[min]
MCP	Maximální čas cyklu předmontáže	[min]
MCH	Maximální čas cyklu v části hlavní montáže	[min]
OP	Odpracovaný čas operátora	[h]
PCS	Čas směny bez přestávek	[h]
PDH	Pracnost výrobní dávky v části hlavní montáže	[h]
PK	Počet komor	[-]
PN	Provozní náklady	[euro]
PO	Počet operátorů	[-]
PV	Pracnost výrobku	[min]
RNO	Roční náklady na operátora	[kč]
RUN	Roční úspora nákladů	[kč]
RZ	Roční čas součástí v zásobnících	[h]
SC	Suma časů cyklu	[min]
SK	Směnný kurz	[kč/euro]
SP	Snížení pracnosti	[h]
T	Čas taktu	[min, s]
VD	Výrobní dávka	[ks/den]
Z	Čas umístění součástí v zásobnících	[h]

1. Úvod

1.1 Seznámení s firmou Black & Decker

Společnost Black & Decker je nadnárodní společnost známá zejména jako výrobce elektrického ručního nářadí. Společnost byla založena ve 20. letech 20.století v USA a dnes působí ve více než 100 zemích po celém světě.

Výrobní závod v České Republice byl otevřen začátkem roku 2002 v severních Čechách v Ústí nad Labem – Trmicích. Vyrábí se zde nářadí pro dům a zahradu označované značkou Black & Decker a profesionální řada výrobků značky DeWALT, obojí včetně doplňků. Součástí závodu je též lisovna na výrobu plastových dílů pro jednotlivé typy nářadí. Výrobní závod v Ústí nad Labem je jediným závodem v České Republice.

1.1.1 Historie firmy

Dva mladí podnikatelé, S. Duncan Black a Alonzo G. Decker, založili malou zámečnickou dílnu v Baltimoru, ve státě Maryland. Svou firmu nazvali Black & Decker Manufacturing Company. Jejich dílna se rozrostla tak, jak si to nikdy nepředstavovali.

Obr.1.1
S.Duncan Black

Následoval řetězec událostí, který provedl změnu malé zámečnické dílny z prvních let 20.století na dnešní výkonnou celosvětovou výrobní a marketingovou společnost.

1917 - Společnost obdržela patent na pistolové rukojeti a spouštěcí spínače na svých vrtačkách. Byl také postaven první podnik firmy Black & Decker s budovou, která měla podlahovou plochu 12.000 čtverečních stop, ve městě Towson v USA, potom na předměstí města Baltimore.

Obr.1.2
Alonzo G. Decker

1922 - Firma zakládá svou první zahraniční sesterskou společnost Black & Decker Manufacturing Company, Ltd. v Kanadě a buduje tak mimo území USA svou první montážní, provozní, prodejní, skladovou a servisní společnost plně vlastněnou zakládající firmou Black & Decker. Firma rovněž doplňuje do svého rozrůstajícího se výrobního programu elektrický šroubovák.

1925 - Mezinárodní expanze pokračuje. V Londýně v Anglii byla založena Black & Decker, Ltd. jako skladová a servisní sesterská společnost plně vlastněná zakládající firmou Black & Decker pracující ve Spojeném království.

1928 - Black & Decker získala firmu Van Dorn Electric Tool Company of Cleveland ve státě Ohio v USA, která vyráběla průmyslové elektrické nářadí.

1929 - V Sydney v Austrálii byla založena firma Black & Decker (Australasia) Pty., Ltd. Sesterská společnost provádějící navíjení motorů, montážní, prodejní, skladové a servisní služby, plně vlastněná zakládající firmou Black & Decker.

1941 – Towsonská továrna začíná vyrábět zapalovače, pojistky, střelivo a ostatní potřeby pro spojence. Bez ohledu na úbytek zdrojů vzhledem k válečnému úsilí, pokračovala firma ve výrobě elektrického nářadí v rámci nařízených limitů.

1943 – Společnost od armády obdržela prestižní vojenské ocenění „E" za výrobu, jako jedno ze čtyř ocenění společnosti během druhé světové války.

1946 – Byla založena sesterská společnost, která zodpovídala za rozvoj obchodu na západní polokouli. Společnost otevřela také prodejní, servisní a skladové zařízení v Brazílii, v Sao Paulu.

1950 – Montážní linku opustil milióntý kus vrtačky Home Utility 1/4", milník ve výrobní historii společnosti.

1951 – 15.dubna umírá spoluzakladatel firmy a její prezident od roku 1910 pan S. Duncan Black ve věku 68 let. Prezidentem se stává pan Alonzo G. Decker st. Továrna společnosti se rozkládá na ploše 121.000 čtverečních stop ve městě Hampstead, Maryland, USA.

1954 – Zatímco byl pan Alonzo G. Decker st. stále prezidentem, byl také zvolen do nově vytvořené funkce předsedy ředitelské rady.

1955 – V Johannsburgu v Jihoafrické republice byla založena sesterská společnost Black & Decker South Africa (Pty.), Ltd., plně vlastněná zakládající firmou Black & Decker, provádějící prodejní a servisní služby (v roce 1958 byla přemístěna do Kapského Města). Společnost postavila továrnu ve městě Croydon, Victoria, Austrálie na ploše 50.000 čtverečních stop.

1956 – 18.března umírá ve věku 72 let pan Alonzo G. Decker. Robert D. Black je dlouhodobým výkonným ředitelem společnosti a jeho bratr S. Duncan Black byl jmenován předsedou rady a presidentem.

1957 – 1958 – V Brusselu v Belgii byla založena sesterská společnost Black & Decker (Belgium) S.A., plně vlastněná zakládající firmou Black & Decker,

provádějící prodejní, servisní a skladové služby. V roce 1958 byla v Aucklandu na Novém Zélandu otevřena společnost Black & Decker (New Zealand) Ltd., v Düsseldorfu v Německu byla založena společnost Black & Decker, G.m.b.H. a v Rotterdamu v Nizozemí byla založena společnost Black & Decker (Nederland) B.V., plně vlastněné zakládající firmou Black & Decker.

1959 – Firma Black & Decker zakládá sesterskou společnost nazvanou Master Power Corporation, aby získala společnost Master Pneumatic Tool Company, výrobce přenosného pneumatického nářadí s provozovnou v Ohiu a v Kanadě.

1960 – Alonzo G. Decker ml., syn spoluzakladatele firmy a zaměstnanec firmy Black & Decker od roku 1930 nahrazuje Roberta D. Blacka ve funkci prezidenta. Pan Black zůstává ve funkci předsedy rady a je hlavním vedoucím pracovníkem. Společnost Black & Decker získává firmu DeWalt, Inc. sídlící v Lancasteru v Pensylvánii, která je výrobcem radiálních ramenových pil a jiných nepohyblivých dřevoobráběcích strojů v USA a v Kanadě.

V roce 1923 vynalezl Raymond Dewalt pilu s radiálním ramenem (obr.3,obr4), která po celá desetiletí představovala standart kvality a životnosti.

Obr.1.3
Pila z roku 1923

V dnešní době je firma DeWALT oblíbená pro její nepochybné přednosti (přesnost, síla, spolehlivost a bezpečnost). Akceptace těchto produktů firmy DEWALT profesionálními řemeslníky na celém světě dostala dnes firmu DeWALT na první místo v prodejnosti na území severní Ameriky a během posledních pěti let se firma projevila jako společnost s nejrychlejším rozvojem v oblasti profesionálního elektrického nářadí.

Obr.1.4
Pila vyráběná
v současnosti

1965 – Továrna v Hampsteadu se rozrostla na 240.000 čtverečních stop, aby mohla pojmout výrobu přesunutou z města Towson. Tento přesun oznamoval ukončení výroby v Towsonu, kde musela proběhnout modernizace továrního vybavení, aby vyhovovalo požadavkům nových aplikovaných technologií a výzkumů.

1967 – 1968 – Společnost ve Spojeném Království byla odměněna Královskou cenou pro oblast v průmyslu za vynikající výsledky v oblasti zvyšování vývozu.

Společnost v Itálii získala žádanou cenu od italské vlády Oscar del Commercia, která ji byla udělena za celkové přispění domácí ekonomice.

1970 – 1971 – Společnost získala firmu Carbide Router Company, Inc. sídlící v Moonachie, New Jersey v USA. V roce 1971 byla v Lagosu v Nigérii založena sesterská společnost Black & Decker (Nigeria), Ltd. a v Buenos Aires byla založena sesterská společnost Black & Decker Argentina S.A.C.I., plně vlastněné zakládající firmou Black & Decker.

1972 – Japonská vláda poskytla v roce 1972 souhlas společnosti Black & Decker, aby v Japonsku vyráběla elektrické nářadí. Během 5 let se stala společnost Nippon Black & Decker KK první nejaponskou společností, která získala takový souhlas pro podnikání v soukromém sektoru.

1974 – Prodej dosáhl obratu 500 miliónů marek. V USA byla poskytnuta první zákaznická záruka v trvání jednoho roku.

1975 – Alonzo G. Decker ml. se vzdává funkce výkonného ředitele, ale zůstává ve funkci předsedy rady. Franciss P. Lucier nahrazuje pana Deckera ve funkci výkonného ředitele. Bylo to poprvé v historii společnosti Black & Decker, kdy funkci výkonného ředitele nezastával nikdo z rodiny Blacků nebo Deckerů.

1979 – Obchod s elektrickým nářadím v USA vytvořil společnost pod jménem Black & Decker (U.S.), Inc., plně vlastněnou zakládající firmou Black & Decker. Roční obrat dosáhl poprvé v historii sumy 1 miliardy dolarů.

1981 – Robert D. Black, předcházející předseda rady a výkonný ředitel, umírá 21. března ve věku 84 let.

1984 – Firma Black & Decker oznamuje zásadní plán reorganizace, aby upravila jednotlivé úseky řízení a aby konsolidovala výrobu. Byly uzavřeny závody v Maidenheadu a Harmondsworthu v Anglii, v Kildare v Irsku, v Lancasteru v Pensylvánii a v Solonu v Ohiu v USA. Výroba byla přeložena do jiných závodů firmy Black & Decker. V roce 1984 získala společnost také firmu obchodující s malými spotřebiči pro domácnost General Electric Company. Společnost Black & Decker zahájila ve sféře své působnosti bezpříkladný přechodný program, aby přenesla značku Black & Decker na zařízení pro domácnost získaná od společnosti General Electric.

1984 – S ohledem na široký rozsah svých produktů a na expertizy globálního marketingu přijala firma nové logo. Nové logo zachovalo sytě oranžovou barvu, která byla s firmou dlouhodobě spojena a uchovalo i tvar šestiúhelníku.

1985 – Firma Black & Decker oslavila 75.výročí. Oslava byla příležitostí pro umístění schránky s informacemi o společnosti do nově renovované budovy v Towsonu. Schránka zůstane uzavřena až do roku 2085. Signálem k většímu důrazu na marketing a prodej, bylo schválení změny názvu společnosti akcionáři na název The Black & Decker Corporation.

1987 – Firma Black & Decker nabrala druhý dech. Výdělky se zdvojnásobily a prodej byl nejvyšší za celou historii firmy. Obrat překročil 2 miliardy dolarů a společnost Black & Decker se dostala mezi 200 největších amerických průmyslových firem. Časopis Sales&Marketing Management Magazine označil firmu Black & Decker jako firmu s největší prodejní silou v USA.

1988 – Společnost byla časopisem Purchasing Magazine oceněna medailí za profesionální dokonalost udělenou za svou nákupní politiku a za své expertizy.

1989 – V roce 1989 získala společnost Black & Decker firmu Emhart Corporation (2,8 miliardy dolarů v tržbách), téměř zdvojnásobila velikost firmy, zdůraznila svou globální přítomnost a vyzdobila tak svou respektovanou obchodní značku. Včetně dveřních zámků Kwikset® a technického vybavení, kohoutů Price Pfister®, kotvení stěn Molly®, nýtů POP®, tyčí golfových holí True Temper a mnoha dalších spotřebitelských a komerčních výrobků. Společnost Black & Decker byla uvedena do síně slávy amerického úřadu pro výzkum vesmíru za své akumulátorové nářadí poskytnuté do programů NASA Gemini a Apollo.

1990 – Společnost proplatila přibližně 700 miliónů dolarů z akvizičního dluhu s výdělkem z prodeje šesti nestrategických firem. (Dvě doplňkové operace provedené dříve v roce 1991 přinesly zisk 100 miliónů dolarů pro splácení pohledávek.) 6000 druhů výrobků prověřuje 10000 spotřebitelů, firma Black & Decker patří mezi 7 nejznámějších značek v USA a mezi 19 v Evropě. Firma Black & Decker zavedla proces absolutní kvality, který se zaměřuje na zvýšení úrovně uspokojení zákazníka ve všech oblastech spojených s činností firmy.

1992 – Byla zahájena výroba zcela nové řady profesionálního nářadí DeWalt pro severní Ameriku.

1993 – Nové výrobky společnosti a servisní závazky k zákazníkovi vynesly společnosti titul obchodník roku od firem Wal-Mart, Builders Square, L.G. Cook, BMA, Channel Home Centers, aj. klíčových společností v USA. Také byla předvedena vybraná řada profesionálního nářadí Elu pro Evropu .

1996 – Téměř všichni obchodníci drží první nebo druhé místo na trhu ve své oblasti a během roku tuto pozici ještě upevňují, což je způsobeno dodáváním inovovaných a novátorských výrobků.

1998 – Společnost Black & Decker oznamuje nejsilnější ekonomickou rozvahu za posledních deset let a prodeje základních výrobků dosahují rekordních úrovní.

1999 – Pozornost se zaměřuje na větší globalizaci obchodu s využitím internetu a e-mailu na podporu klíčových maloprodejců pro jejich expanzi v severní Americe a na celém

V současnosti je společnost Black & Decker celosvětovým prodejcem a výrobcem kvalitních výrobků používaných v domácnostech nebo na zahradách pro spotřebitelské použití. Je také hlavním dodavatelem informačních systémů a služeb pro státní i komerční klienty na celém světe. V oblasti obchodních aktivit s výrobky pro použití v domácnosti je v USA na vedoucí pozici.

1.1.2 Současnost

V současnosti je společnost Black & Decker celosvětovým prodejcem a výrobcem kvalitních výrobků používaných v domácnostech nebo na zahradách pro spotřebitelské použití. Je také hlavním dodavatelem informačních systémů a služeb pro státní i komerční klienty na celém světe. V oblasti obchodních aktivit s výrobky pro použití v domácnosti je v USA na vedoucí pozici.

1.2 Teoretické přístupy

1.2.1 Štíhlý výrobní systém (Lean manufacturing)

Nepřetržitý systém pro úplnou eliminaci ztrát při výrobě. Spočívá ve zkrácení času potřebného pro splnění požadavků zákazníka. Hlavním účelem je dosáhnout neustálého růstu efektivity výroby.

Základní důsledky štíhlého výrobního systému

a) Zákazník určuje cenu

Cena výrobku je to, za co zákazník skutečně zaplatí. Často je důležitá konzultace mezi výrobcem a zákazníkem, co patří a co nepatří do ceny výrobku. Např. kontrola nepatří do ceny výrobku, pokud jí zákazník výslovně nevyžaduje.

b) Zákazník udává výrobní program

Naplánování denního výrobního programu je základem k vyrobení jen tolik výrobků kolik zákazní chce. Denní výrobní produkce by se měla rovnat skutečnému dennímu odběru zákazníka.

c) Maximálně zvýšit přidanou hodnotu zaměstnance

Je to nevíce výkonný nástroj, ale přesto nejvíce obtížný. Při jednání s lidmi je obtížné poznat jejich nepředvídatelné myšlení a možnosti. Je nutné rozeznat zaměstnance s většími individuální schopnostmi a nadále je rozvíjet, čím se zvýší jeho přidaná hodnota. Týmová práce je nezbytná pouze pro vyvážení pracovních času ve výrobním procesu

d) Maximálně snížit logistické časy, které zvyšují cenu výrobku

Jedná se zejména o pojem v pravý čas (Just in time). Koncepce „ právě v čas" znamená, že do postupných stupňů výroby (montáže) je dodáván přesný počet potřebných jednotek ve vhodnou dobu. Ke kontrole zásob se může používat mnoho nástrojů. Např. v automobilové výrobě společnosti Toyota je to informační tabule Andon nebo systém kartiček Kanban

e) Používat úplný systém nákladů k řízení produkce

Úkolem je vyrábět s minimálními náklady na cenu výrobku, zatímco se maximalizuje kvalita, spolehlivost a minimalizuje čas odezvy. V případě, že se vyskytne chyba je nutné automaticky zastavit strojní zařízení nebo linku. Např. v automobilové výrobě společnosti Toyota se tento systém nazývá Jidoka.

f) Standardizovat práci

Je to optimální kombinace pracovní síly, strojů a materiálů neboli sada priorit, pravidel, předpisů a postupů, vytvořená vedením pro všechny hlavní operace, sloužící jako směrnice umožňující všem zaměstnancům úspěšné vykonávání jejich práce.

Cíle štíhlého výrobního systému

- nejkratší doba k realizaci výroby
- nižší inventáře
- vysoká kvalita

- méně potřebného místa na výrobu
- lepší komunikace
- rychlejší řešení problémů
- vyšší výkonnost
- nejvyšší poměr cena/výkon

Základní principy a cíle štíhlé výroby jsou jednoduché, ale obtížně aplikovatelné. Mnoho starých výrobních systému vypadají jako štíhlé, ale jako štíhlé nepracují. (Imai, 2004)

(Allen, 2001)

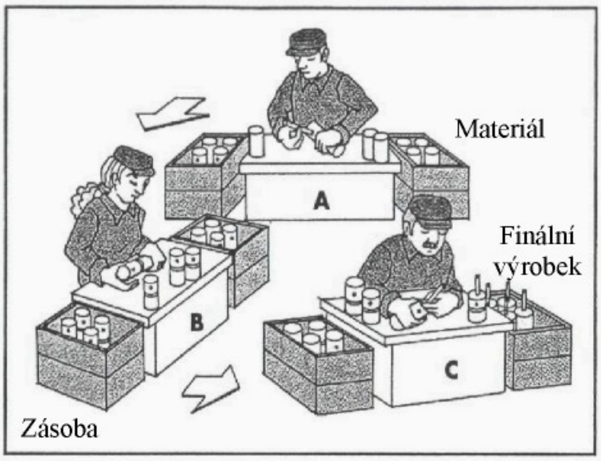
1.2.2 Pohyb materiálu (Flow of material)

Proč by se pohyb materiál (výrobek) musel zastavit po každé operaci, uložit do nějakého typu zásobníku, zásobník přemístit pomocí manipulačního zařízení nebo operátorem do uskladňovací části a následně materiál znovu přemístit k následující operaci.?

Tento výše stručně popsaný pohyb materiálu byl používán po mnoho let a nazývá se dávková výroba.

Dávková výroba(Batch production)

Operátoři pracují v samostatných montážních uspořádání (obr. 1.5). Operátor vyrobí v každém montážním uspořádání stanovenou výrobní dávku polotovarů a ta je následně přenesena dalšímu operátoru. Práce každého operátora začíná ve chvíli, když přijme zhotovené polotovary z předchozí výroby.



Obr. 1.5
Dávková výroba

Tento pracovní postup má následující nedostatky:

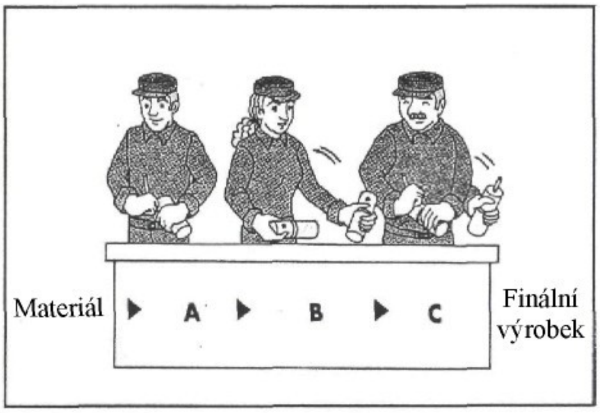
- každý operátor musí vyrobit výrobní dávku, čímž se extrémně prodlužuje průběžný čas
- je obtížné vyvážit pracovní časy cyklů operátorů
- velké množství polotovarů vyrobených operátorem znamená zvláštní manipulaci mezi pracovními stoly

- jestliže operátor odhalí nesprávně smontovaný polotovar , nemůže okamžitě určit kde nebo jak k tomu došlo. Operátor pouze ví, že se tak stalo během výroby celé dávky
- jestliže jsou ve výrobní směně vyráběny rozdílné druhy výrobků, operátor musí všechny součásti ze zásobníku přemístit do části na uskladnění, aby nedošlo k pomíchání s částmi nového výrobku

V současnosti je od této metody pohybu materiálu opouštěno a snaží se dodržovat princip toku jednoho kusu.

Tok jednoho kusu (One piece flow)

Za předpokladu, že časy cyklů operátorů jsou shodné, dají se odstranit problémy spojené s dávkovou montáží. Operátoři se umístí na jednu montážní linku jeden vedle druhého do tzv. „ montážních buňky“ a každý operátor montuje polotovar stejný čas. Operátor smontuje polotovar, předá jej následujícímu operátoru a vezme polotovar od předchozího. To je tok jednoho kusu mezi montážními operacemi. Tato změna, která nevyžaduje přímé zvětšení počtu operátorů pro stejný objem práce přináší následující zlepšení:



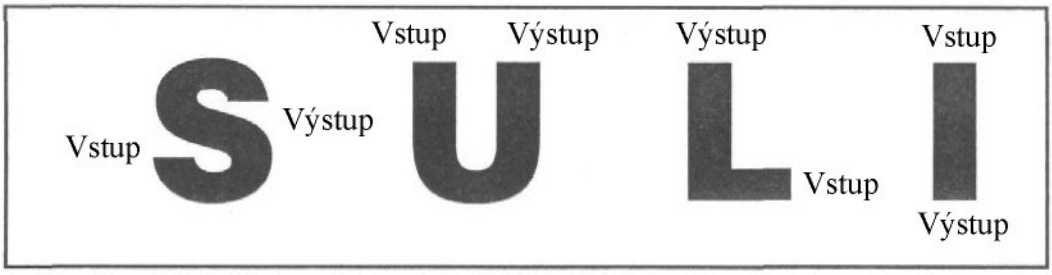
Obr. 1.6
Tok jednoho kusu

- počet polotovarů na lince smontovaný se součástí v zásobnících je stejný, jako počet operátorů pracující na lince až do finálního výrobku
- jestliže operátor odhalí nesprávně smontovaný polotovar, může okamžitě spolu s předchozím operátorem zjistit příčinu
- operátor nepotřebuje mít domluvenou manipulaci velkého počtu polotovarů mezi pracovními stoly
- rozdílné množství pracovní času cyklů mezi operátorů lze rychle vyvážit a počet operátorů se dá snadno měnit podle naplánované výrobní dávky
- změna vyráběných kusů může proběhnout bez přerušení výrobního toku

(Allen, 2001), (Harris, 2003), (Black aj., 2003)

1.2.3 Stanovení tvaru montážní buňky (Determine the Cell Shape)

Na obrázku x jsou nakresleny čtyři základní tvar montážních buněk.



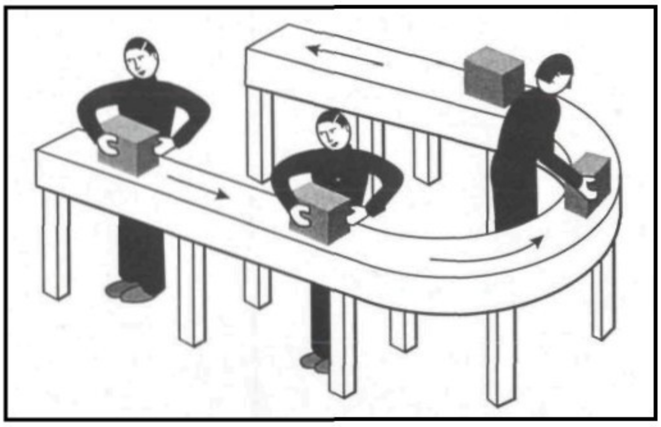
Obr. 1.7
Základní tvary montážních buněk

Buňka ve tvaru U je nejvíce používanou buňkou, protože práce v ní je nejvíce efektivní a sníží se čas nutný k přenosu materiálu. Tvar buňky do tvaru S se běžně používá tam, kde výroba zahrnuje velký počet operací, např. automobilové montážní linky. Buňka I je efektivní, když na lince je umístěno malý počet operací. Tvar buňky do L je nejméně efektivní, protože pracovní prostor není využit hospodárně.

(Allen, 2001)

1.2.4 Návrh montážní buňky (Lay Out the Cell)

Pro praktický účel je nejvíce používaný tvar buňky ve tvaru U. Buňka s více operacemi vyžaduje více místa. Pohyb uvnitř buňky je omezen např.: přenosem polotovaru od operátora k operátoru, skluzy nebo dopravníky. Dopravníky mají vysoké pořizovací náklady, přenos polotovaru od operátora k operátoru není vhodný pro velké nebo těžké polotovary. Gravitační skluzy jsou vhodné pro malé části, ale nekontrolují pohyb materiálu. Aby návrh montážní buňky byl co nejefektivnější, měl by splňovat následující pravidla:



Obr. 1.8
Tvar montážní buňky do tvaru U

- minimalizovat prostor pro každou operaci
- počítat s prostorem pro malé dopravníky
- volit dopravníky co nejkratší

- postup montáže by měl probíhat proti smyslu otáčení hodin (většina lidí jsou praváci)
- operátoři by měli být umístěny uvnitř buňky

1.2.5 Návrh času taktu (Determine the Takt Time)

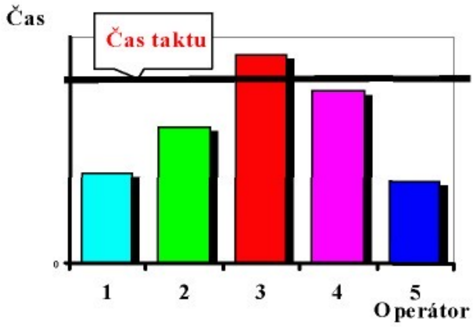
První krok jestliže je navrhnuta výrobní linka je stanovit žádaný objem zákazníka vyjádřený jako čas taktu. („Takt“ je německém slovo pro taktovku dirigenta ke kontrole tempa orchestru.) Čas taktu je základní tempo prodeje zákazníkovy. Vypočítá se, jestli že se čas směny bez přestávek vydělí výrobní dávkou danou zákazníkem.

$$T = \frac{PCS \cdot 60}{VD} \qquad (1)$$

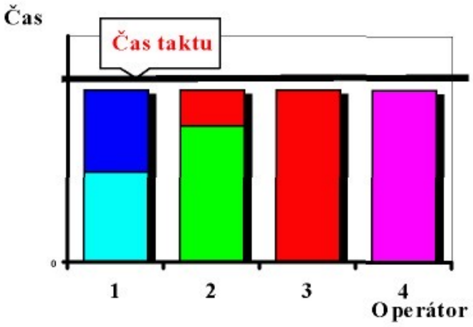
T.......... Čas taktu [min]
PCS ...... Čas směny bez přestávek [h]
VD........ Výrobní dávka [ks/den]

1.2.6 Vyvážení práce operátorů (Balance the Operations)

Jestliže je stanoven čas taktu, je nutné vyvážit časy cyklů operátorů. Ideální vyvážení cyklů je tehdy, jestli že se polotovary nikde nehromadí, nevznikají prostoje operátorů a časy cyklů se blíží co neblíže času taktu. Vyjde-li v analýze montážní linky nevyváženost operátorů, mohou se úkony mezi operátorů přesouvat, až do maximální vyváženosti cyklů, případně i snížit počet operátorů (obr 1.9 a obr 1.10). Všechny časy cyklů se musí nacházet pod hodnotou času taktu, jinak by se čas taktu v kterém jsou výrobky vyráběny zvýšil a denní výrobní dávka by se nestihla vyrobit.



Obr. 1.9
Změřené času cyklů operátorů



Obr. 1.10
Upravené časy cyklů operátorů

(Allen, 2001)

2. Seznámení se vstupními parametry

2.1 Popis a základní funkce výrobku

Vertikální frézka patří mezi ruční dřevoobráběcí nářadí profesionální řady značky DeWALT. Svým příkonem 1100W se řadí mezi méně výkonnou frézku, které náleží označení DW621. Elektronická regulace otáček zaručuje dosažení perfektní povrchové úpravy při práci se všemi druhy dřeva, hliníku i plastu a to tak, že elektronická regulace udržuje zvolené otáčky při jakémkoliv zatížení. Plynulý rozběh eliminuje jakékoliv malé počáteční pohyby, které mohou vychýlit řezný nástroj. Precizní vedení ve dvou sloupcích, které poskytují frézce vynikající pevnost a největší přesnost u frézek této třídy. Precizní nastavení hloubky s přesností 0,1 mm znamená, že se odfrézuje přesně tolik materiálu, kolik je potřeba. Třístupňová předvolba hloubkového dorazu umožňuje vytvoření různých hloubek pouze během jedné pracovní operace, aniž by došlo ke ztrátě času způsobené nastavováním. Unikátní systém odsávání přes sloupek podstatně zlepšuje výhled, protože pohled na řezný nástroj nepřekrývá žádná hadice nebo třetí sloupek. Z bezpečnostních důvodů a pro usnadnění obsluhy je hlavní spínač umístěn v rukojeti a je vybaven zajišťovací a odjišťovací funkcí.

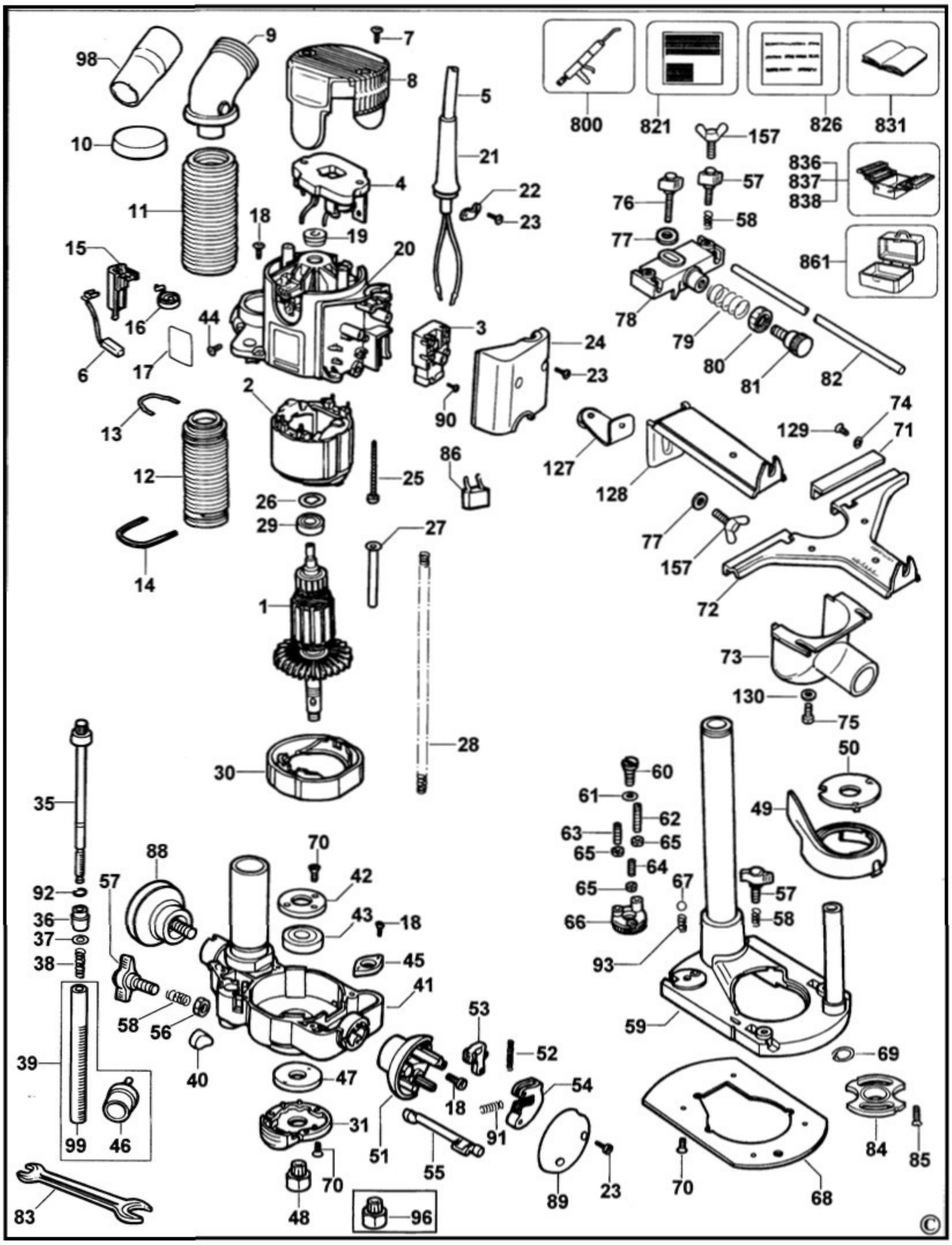
Obr.2.1
Vertikální frézka DW621

Specifikace výrobku	
Příkon	1100W
Výkon	620W
Otáčky naprázdno	8000-24 000 ot/min
Zdvih	55 mm
Rozměr kleštiny	6-8mm
Max. průměr nástroje	36mm
Hmotnost	3,1 kg
Délka	165 mm
Výška	325 mm

Tab.2.1

K frézce je dodáváno několik doplňků, podle typu frézky, požadavků zákazníka a země do které je frézka vyvážena. V České Republice je frézka standardně dodávána s paralelním vodítkem s jemným nastavením, adaptérem pro připojení odsávání, upínacím pouzdrem 8 mm a stranovým klíčem 10/17 mm.

S technologického pohledu je frézka dokonale propracovaná. Vhodné řešení, počet a umístění všech součástí je výsledkem mnohaletého testování v praktickém provozu. Dizajn výrobku je navržen tak, aby zaujal zákazníka, ale zejména umožňoval dokonalý komfort při práci s frézkou po dlouhé hodiny. Gumový povrch rukojetí poskytuje komfortní úchop a jejich nízká poloha pomáhá lépe ovládat frézku. Mechanismus zajištění vřetena umožňuje snadnou a rychlou výměnu řezného nástroje pomocí jednoduchého klíče.



Tab. 2.2
Legenda montážní nákresu vertikální frézky DW621

1	Rotor	55	Vačka hřídele
2	Stator	56	Šestihran. pojistná matice
3	Spínač	57	Křídlový šroub
4	Elektrický modul	58	Pružina
5	Kabel	59	Základní deska
6	Uhlík	60	Spec. Šroub M5
7	Šroub	61	Kónická pružina
8	Koncový uzávěr	62	Šroub
9	Prachová přípojka	63	Šroub s hlavou
10	Krytka	64	Šroub s hlavou
11	Harmonika	65	Matička
12	Podmontáž táhla	66	Revolverová hlava
13	Pojistná obroučka (malá)	67	Kulička
14	Pojistná obroučka (velká)	68	Kluzná deska
15	Držák uhlíku	69	Pojistný kroužek
16	Spirálová pružina	70	Šroub
17	Štítek	71	Lyžiny
18	Šroub	72	Boční konstrukce
19	Magnetický kroužek	73	Prachový kryt
20	Skříň motoru	74	Podložka
21	Chránič napájecí šňůry		
22	Úchytka kabelu	76	Křídlový šroub dlouhý
23	Šroub	77	Podložka
24	Boční kryt	78	Spojovací článek
25	Šroub	79	Pružina tlačná
26	Krycí podložka	80	Nastavovací článek
27	Trubicová pružina	81	Šroub nástavný
28	Pružina vinutá tlačná	82	Hradící tyče
29	Kuličkové ložisko	83	Stranový klíč 17/14
30	Vedení vzduchu	84	Podmotáž-součástka
31	Zámek hřídele	85	Šroub
		86	Kondenzátor
35	Závitová tyč		
36	Regulační kolečko	88	Držadlo podmontáže
37	Podložka	89	Kryt držadla
38	Pružina	90	Šroub
39	Trubice a Měř. Kolečko		
40	Upínací část	92	O kroužek
41	Nosič	93	Pružina
42	Pojistné ložisko		
43	Kuličkové ložisko	96	Upínací matice
45	Vedení trubice	98	Přípojka
46	Měřící kolečko	99	Trubice převodovky
47	Speciální matice		
48	Upínací pouzdro	127	Jezdec
49	Protiprachový kryt	128	Pravítko
50	Protiprachová krytka	129	Křídlový šroub
51	Pravé držadlo	130	Podložka
52	Pružina		
53	Zamykací knoflík	157	Křídlový šroub
54	Spouštěč		

Na lince se vyrábí 25 druhů 2 HP vertikálních frézek, které se liší svým označením. Většina označení souvisí s tím, že frézky jsou vyráběny a následně dováženy do mnoha zemí světa nebo také jsou prodávány pod jiným názvem výrobce. Mnoho zemí mají odlišné elektrické a konstrukční parametry elektrické sítě. Dále se mění nároky na doplňky, design, barvu atd. Označení, přehled a počet vyráběných frézek nabízí tabulka 2.3 a 2.4.

Vyrobeno od 1.1.2004 do 9.12.2004	
Typ frézky	**Počet výrobků [ks]**
000087-QS	598
15887-QS	258
DW620-GB	56
DW620-QS	673
DW620L-XW	19
DW621-AR	34
DW621-B2	245
DW621-BR	135
DW621-QS	3579
DW621-QU	4254
DW621-XE	575
DW621K-GB	644
DW621K-QS	2760
DW621K-QU	388
DW621KL-XW	578
OF1100E-QS	129
OF1100EK-QS	1419
Celkem	16344

Tab.2.3
Přehled vyrobených frézek za rok 2004

Plan od 10.12.2004 do 31.12.2005	
Typ frézky	**Počet výrobků [ks]**
000087-QS	378
15887-QS	202
DW620-GB	38
DW620-QS	392
DW620L-XW	1
DW621-AR	102
DW621-B2	340
DW621-BR	34
DW621-QS	3560
DW621-QU	2543
DW621-XE	400
DW621K-GB	1032
DW621K-QS	3531
DW621K-QU	144
DW621KL-XW	635
OF1100E-QS	168
OF1100EK-QS	1008
Celkem	14508

Tab.2.4
Plán výroby frézek na rok 2005

Teoreticky denní výrobní dávku pro každý rok lze vypočítat pole vztahu:

$$VD = \frac{CPV}{46 \cdot 5 - 19} \qquad (2)$$

VD........Výrobní dávka [ks/den]
CPV......Celkový počet výrobků za rok [ks]
46 ....počet pracovních týdnů
5 ....počet pracovních dní v týdnu
19..........počet pracovních dní zbývajících do konce roku 2004 nebo začátku roku 2005

Rok 2004

$$VD = \frac{16344}{46 \cdot 5 - 19} = 78\,\text{ks}$$

Rok 2005

$$VD = \frac{14508}{46 \cdot 5 - 19} = 58\,\text{ks}$$

Z výsledků vyplývá, že plánovaná denní produkce v roce 2005 je nižší než v roce 2004.

2.2 Analýza montážních postupů

2.2.1 Popis stávajícího stavu montážní linky

Na lince na výrobu 2HP vertikální frézky se v současné době pracuje v jednosměnném výrobním provozu. Je zde zaměstnáno 5 operátorů a pracnost na výrobu jedné frézky je stanoven na 21,45 min.

Linka je situována jako lineárně paralelní linka s postupnou sériovou ruční montáží (viz. příloha 1). Stanoviště montáže hlavní části frézky jsou uspořádány podle výrobního toku do dvou montážních linek, které se slučují v jednu. Paralelně k sloučené lince je umístěno stanoviště vyrovnávajícího testu. Lineárně na sloučenou linku následuje kontrola výrobku ve dvou testerech. Po kontrole v druhém testeru je linka situována opět lineárně. K lince patří také 12. stanovišť předmontáže, 1.stanoviště pro opravy a 1.stanoviště řízení výroby umístěné nepravidelně paralelně k celé výše popisované výrobní lince. Všechny stanoviště výrobní linky jsou konstruovaná jako pevná. Na celém pracovišti jsou instalovány pneumatické rozvody, na které jsou pomocí rychlospojek připojeny pneumatické šroubováky.

Na lince se kombinují dva způsoby montáže. Stanoviště montáže hlavní části frézky jsou rozmístěna podle metody toku jednoho kusu, ale stanoviště předmontáže, kromě předmontáže zámku hřídele (st. 32), jsou uspořádána mimo hlavní výrobní tok, montována v dávkách a následně přenášena na stanoviště hlavní montáže. Stanoviště předmontáží č.30, 31, 34 jsou montovaná dvakrát za směnu, po vyrobení poloviční denní výrobní dávky a na konci směny po zhotovení celé výrobní dávky. Ostatní předmontáže jsou vyráběna vždy na konci.

Uspořádání hlavního toku linky do dvou pracovních prostorů, vzájemně oddělených, umožňuje dostatečný prostor k práci a flexibilitu, ale pouze v daném ohraničeném prostoru a specifickém počtu operátorů. S přihlédnutím na možnost změn denní výrobní dávky, počtu operátorů na lince a z nich vyplývající změny v práci jednotlivých operátorů, je její flexibilita nedostačující.

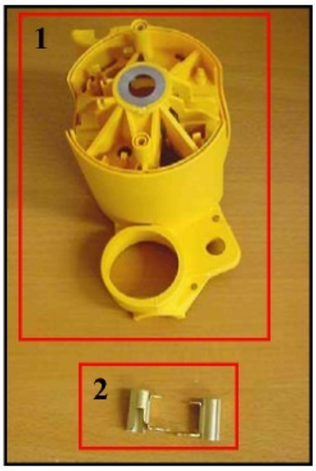
2.2.2 Popis práce na jednotlivých stanovištích

Jednotlivá stanoviště jsou očíslována podle přílohy 1. Číslování stanovišť hlavní montáže je čísly 1 až 19. Číslování stanovišť předmontáže je čísly 30 až 41. Na stanovištích č.35, 36, 37, 38, 39 a 41 jsou výrobky ukládány do předem připravených bedýnek, které jsou vždy na konci směny přeneseny na příslušné

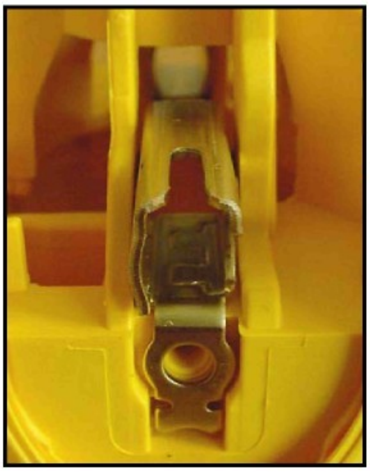
stanoviště další montáže. Na stanovištích č.30, 31, 33, 34 jsou výrobky přenášeny na následné stanoviště montáže dvakrát za směnu ze stanoviště č.41 jsou přenášeny přibližně 8 za směnu.

Stanoviště 1. – Umístění držáku uhlíků

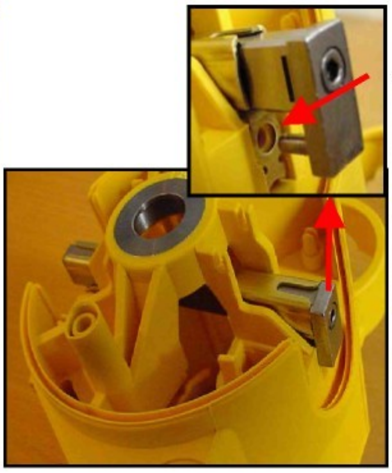
Nejdříve se nasadí držáku uhlíků (2). do plastu skříně motoru (1). tak, aby malý kruhový otvor směřoval dolů a kryl se s otvorem v plastu (obr.2.4). Stejný postup montáže se opakuje u druhého držáku uhlíku po otočení plastu. Následuje vsunutí vyrovnávacího nářadí do držáku uhlíků (obr.2.5). Skříň motoru se umístí do lisu a dojde k zalisování držáků (obr.2.6). Po zalisování se vyjme motorová skříň z lisu, vyndá vyrovnávací nářadí a zkontroluje se správnost zalisování držáků uhlíků.



Obr.2.3:
1. Skříň motoru
2. Držák uhlíků (2x)



Obr. 2.4

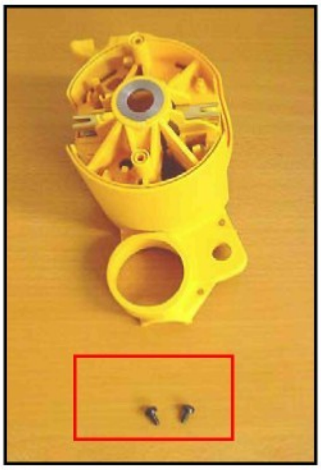


Obr. 2.5

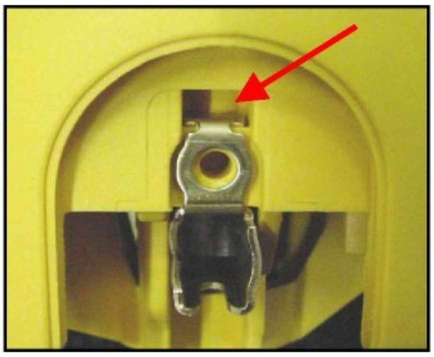
Obr. 2.6

Stanoviště 2. - Zajištění držáku uhlíku

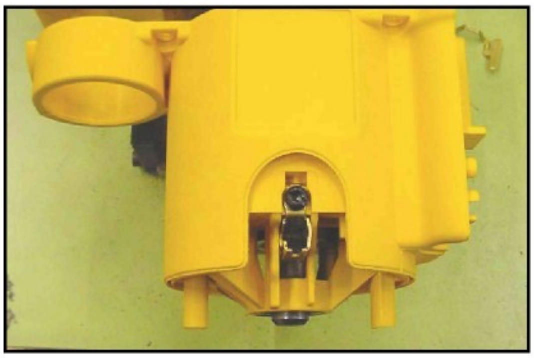
Zkontrolujte se, zda je konec držáku uhlíků dobře zalisován (obr.2.8). Motorová skříň se nasune na přípravek na stole, nasadí šroubek (1). do kruhového otvoru v držáku uhlíků a pomocí šroubováku zašroubuje (obr.2.9). Otočí se motorová skříň o 180° a obdobně zašroubuje šroubek na druhém držáku uhlíku. Sundá se motorová skříň z přípravku a předá na další stanoviště.



Obr.2.7:
1. Šroub (2x)



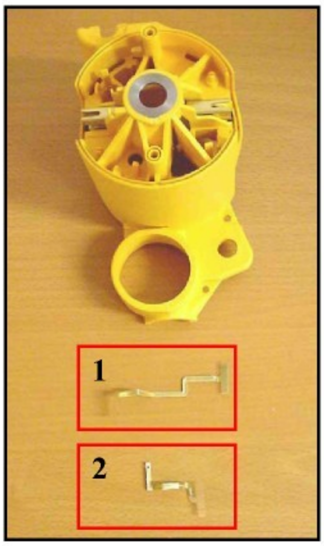
Obr. 2.8



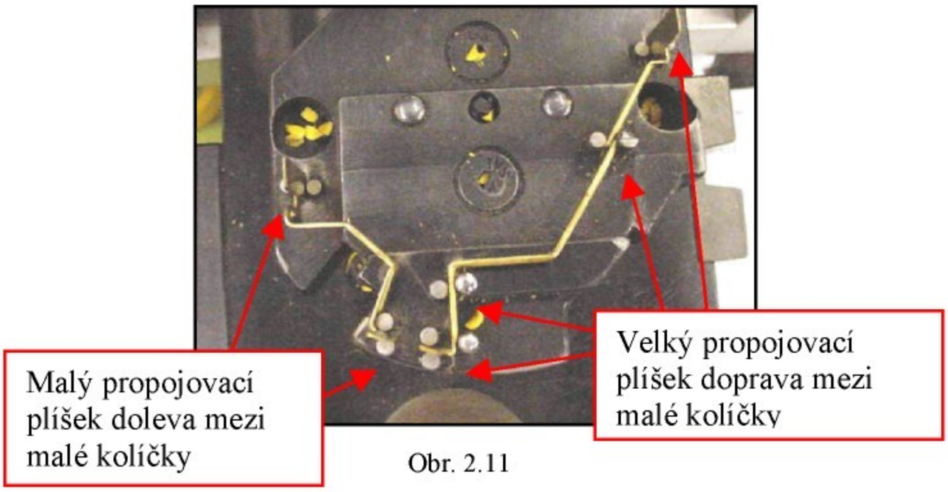
Obr. 2.9

Stanoviště 3. – Umístění propojovacích plíšků

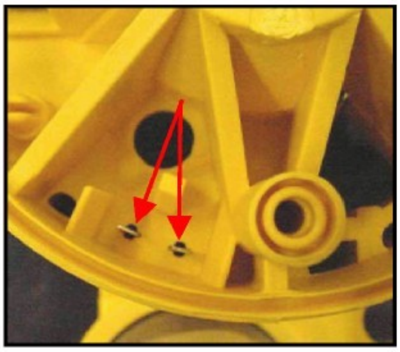
Malý plíšek (1). se umístí do lisovacího přípravku tak, aby silnější konec ve tvaru písmene „T“ zapadl na levou stranu přípravku mezi 2. vzdálenější kolíčky. Tenký konec malého plíšku se umístí mezi 2. bližší kolíčky a zkontroluje se správnost zapadnutí obou plíšků. Velký plíšek (2). se umístí stejným způsobem, ale na pravou stranu lisovacího přípravku. Správnost umístění obou plíšků se znovu zkontroluje (obr.2.11). Vezme se motorová skříň tak, aby stříbrný zálisek směřoval směrem vzhůru, nasadí na přípravek a zatlačí skříň dolů až dojde k prostrčení konektorů skrze plast (obr.2.12). Zasune se přípravek do lisu a spustí lis. Po návratu z lisovacího nástroje se zkontroluje správnost zalisovaní propojovacích plíšků a že nejsou ohnuté (obr.2.13). Motorová skříň se předá k další operaci.



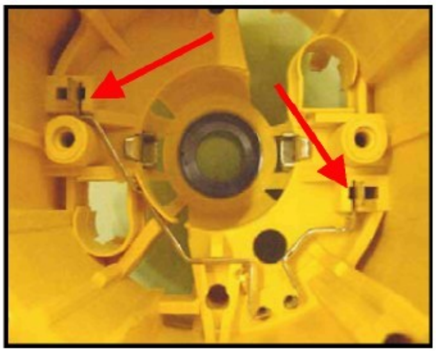
Obr.2.10:
1. Velký propojovací plíšek
2. Malý propojovací plíšek



Obr. 2.11



Obr. 2.12



Obr. 2.13

Stanoviště 4. – Vyražení štítku a datumu

Štítek s logem DeWALT (1). se umístí do menšího výklenku na motorové skříni a zkontroluje se správnost umístění (obr.2.15). Motorová skříň se umístí na přípravek ručního lisu, vyrazí datum a zkontroluje (obr.2.16).

Obr.2.14:
1. Štítek

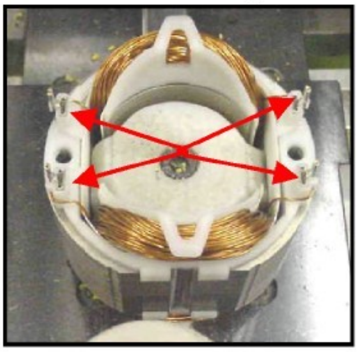
Obr. 2.15

Obr. 2.16

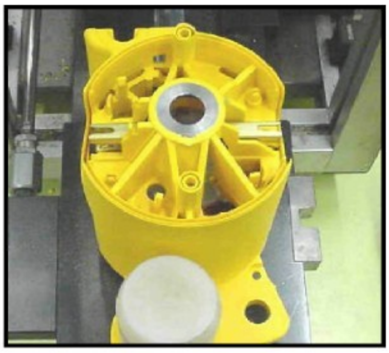
Stanoviště 5. – Lisování statoru

Následuje lisování statoru (1)., který se umístí do lisovacího přípravku (obr.2.18). Na stator se co nejhlouběji nasadí motorová skříň tak, aby zálisek směřoval směrem vzhůru (obr.2.19).. Po návratu z lisovacího nástroje se umístí motorová skříň na další

Obr.2.17:
1. Stator



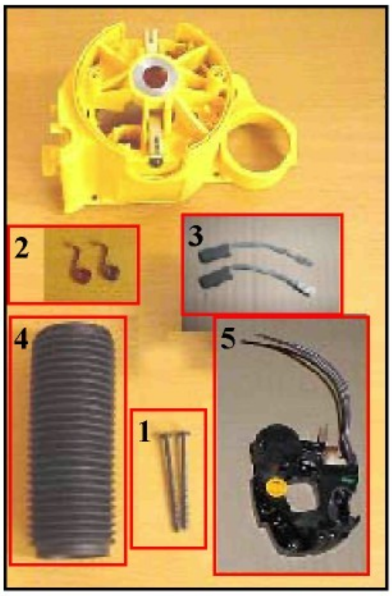
Obr. 2.18



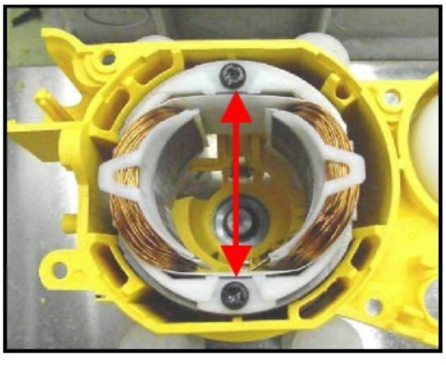
Obr. 2.19

Stanoviště 6.– Zašroubování statoru, umístění spirálové pružiny, umístění uhlíků, montáž harmoniky, umístění modulu a koncového uzávěru

Motorová skříň se umísí do přípravku. Vezmou se dva šrouby (1)., umístí do otvorů ve statoru a pomocí šroubováku se oba utáhnou (obr.2.21). Přejde se na další operaci. Na nástroj na nasazování pružin se umístí pružina (2). Koncem pružiny se otočí ve směru hodinových ručiček tak, že dojde k zajištění pružiny o kolík (obr.2.22). Nástroj s pružinou se přiloží ke kolíku a stisknutím pohyblivého konce nástroje dojde k přesunutí pružiny na kolík (obr.2.23)..Pružina musí zapadnout do drážky v držáku uhlíku. Postup se tejně opakuje s druhou pružinou. Přejde se na další operaci. Jeden uhlík (3). se umístí do kleští. Správné uchycení je takové, že čelisti kleští obepínají slisovanou část konektoru (obr.2.24).. Konektor se zasune do koncovky na statoru a zatlačí úplně dolů (obr.2.25). Postup se opakuje s druhým uhlíkem na druhé koncovce statoru. Přejde se na další operaci. Černá plastová „harmonika“ (4). se osazeným koncem umístí na objímku (obr.2.26). Harmonikou se otáčí a tlačí proti objímce do úplného zapadnutí. Harmonika se zkontroluje, že je správně nasazena. Přejde se na další operaci. Z elektrického modulu (5). se vytáhnou dva koncové dráty tak, že jsou vidět jejich zlatá zakončení. Oba dráty se umístí do malého čtvercového otvoru hned vedle hlavního šroubu (obr.2.27). Dva plastové nosiče hlavních šroubů se umístí na své místo a zatlačí dolů (obr.2.28). Motorová skříň se předá na další stanoviště.

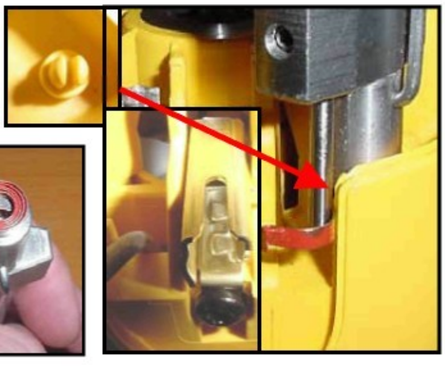


Obr.2.20:
1. Šroub statoru (2x)
2. Spirálová pružina (2x)
3. Uhlík (2x)
4. Harmonika
5. Elektronický modul

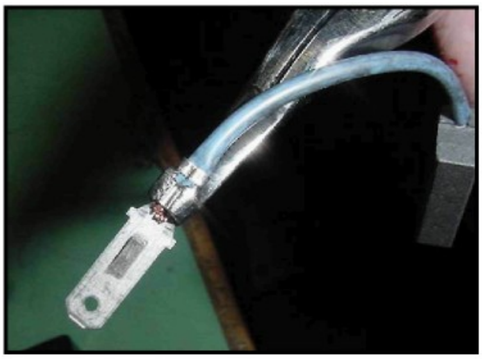


Obr. 2.21

Obr. 2.22



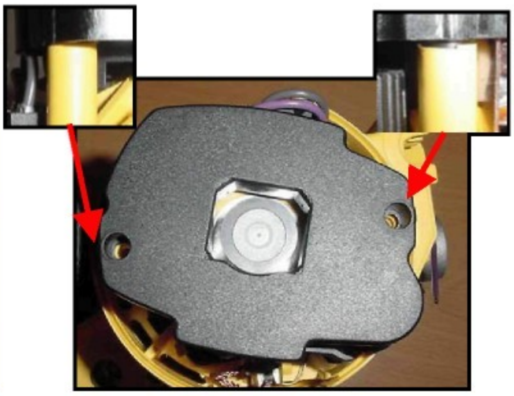
Obr. 2.23



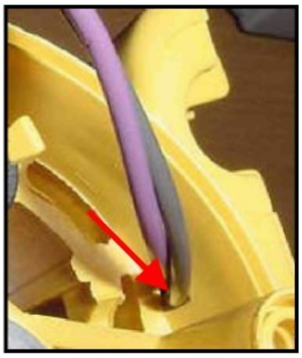
Obr. 2.24

Obr. 2.25

Obr. 2.26



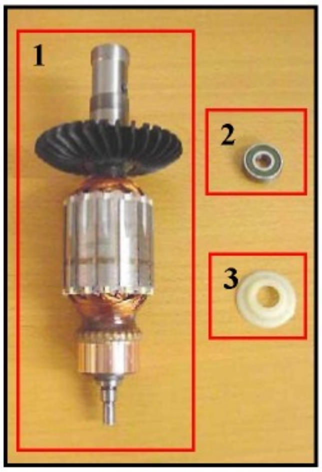
Obr. 2.28



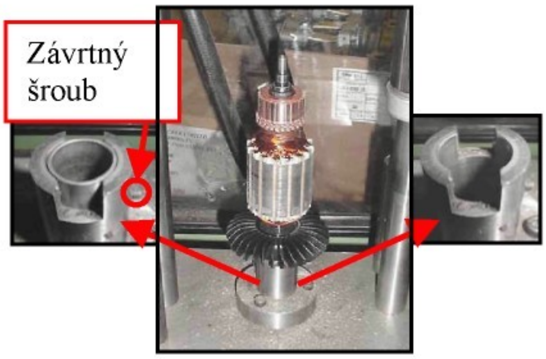
Obr. 2.27

Stanoviště 7.– Lisování ložisek na hřídel

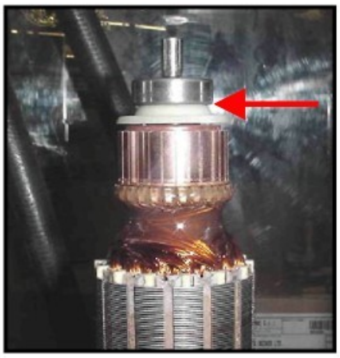
Lisovací přípravek se používá pro lisování dvou velikosti rotorů. Pro menší průměr hřídele rotoru se používá pouzdro, které se vkládá do lisovacího přípravku. Toto pouzdro se musí zajistit pomocí závrtného šroubu (obr.2.30). Rotor 1. se do lisu umístí tak, že závitová část zapadne do přípravku. Na hřídel se osazením vzhůru nasune krycí podložka (3)., ložisko (2). a spustí se lisovací cyklus (obr.2.31). Po vyndání z lisu následuje kontrola a předání rotoru na další stanoviště.



Obr.2.29:
1. Rotor
2. Kuličkové ložisko
3. Krycí podložka



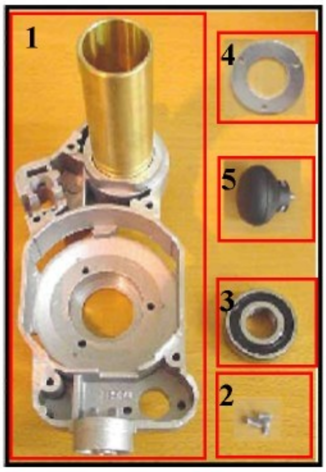
Obr. 2.30



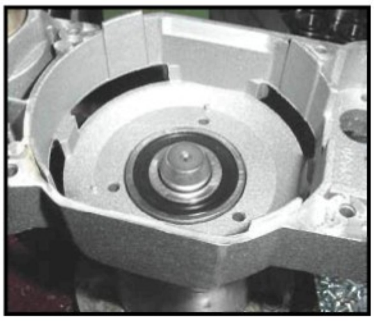
Obr. 2.31

Stanoviště 8.– Sestavení nosiče

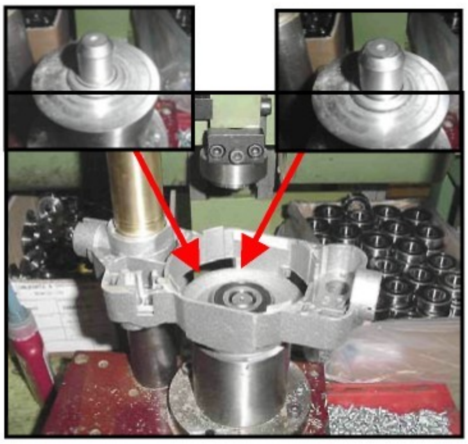
Používají se dvě velikosti ložisek (2), proto máme dvě různé vložky do lisovacího přípravku (obr.2.33). Nosič (1) se nasadí na přípravek, na nosič se nasadí kuličkové ložisko a celá spodní část lisovacího přípravku se nasune pod lis (obr.2.34). Po zalisovaní se umístí pojistné ložisko (4) tak, aby tři zapuštěné otvory byly sladěny s otvory v nosiči. Šrouby (2) se umístí do otvorů a pomocí šroubováku postupně utáhnou (obr.2.35). Držadlo předmontáže se zašroubuje do závitového konce nosiče (5). Nosič se předá na další stanoviště.



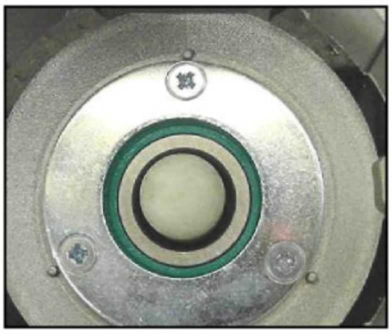
Obr.2.32:
1. Nosič
2. Šrouby (3x)
3. Kuličkové ložisko
4. Pojistné ložisko
5. Držadlo předmontáže



Obr. 2.34

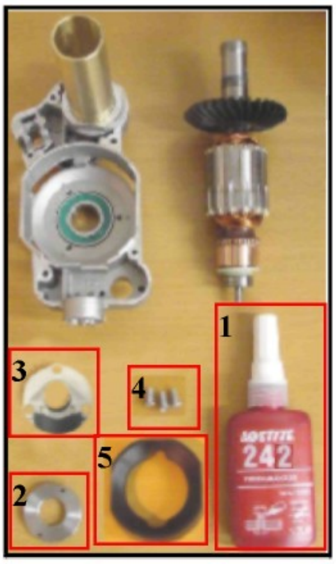


Obr. 2.33



Obr. 2.35

Stanoviště 9.– Sestavení rotoru a nosiče



Obr.2.36:
1. Loctite 242
2. Speciální matice
3. Zámek hřídele
4. Šrouby (x3)
5. Vedení vzduchu

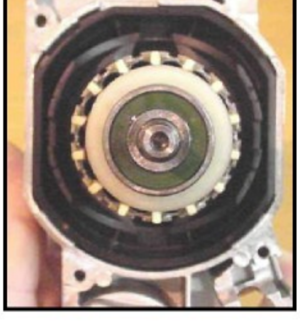
Rotorová hřídel se umístí do upínacího přípravku a přípravek se utáhne (obr.2.37). Na rotorovou hřídel se nasune nosič, který je otočen o 180°. Měděný konec nosiče musí zapadnout do kulatého plastového sloupku. Rotor s nosičem se zasunou do lisu a slisují. Po vysunutí z lisu se červená láhev (1) (Označená: LOCTITE 242) umístí tryskou vedle spodních závitů a aplikuje se na závity (obr.2.38). Speciální matice (2) se plochou stran nahoru nasadí přes závity a otočí po směru hodinových ručiček, až se spojí. Speciálně upraveným šroubovákem se sešroubují první závity s druhými a utáhnou (obr.2.39). Přejde se na další operaci. Montáž zámku hřídele (3) se umístí na nosič tak, aby se otvory v zámku shodovali se závity v nosiči. Tři šrouby (4) se postupně nasadí do závitů a pomocí šroubováku se zašroubují (obr.2.40). Přejde se na další operaci. Nosič s otočí rotorem vzhůru, vezme vedení vzduchu (5) a nasadí do nosiče tak, aby oblá strana směřovala směrem k trubce (obr.2.41). Nosič s rotorem se předá na další stanoviště.

Obr. 2.37

Obr. 2.38

Obr. 2.39

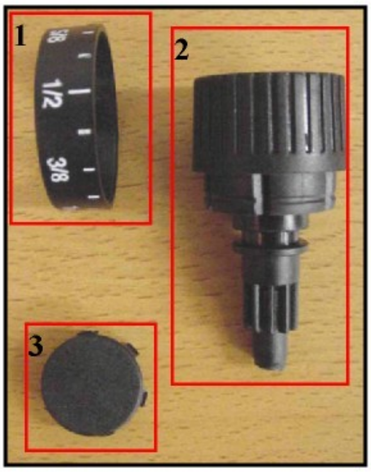
Obr. 2.40



Obr. 2.41

Stanoviště 34. – Předmontáž měřícího kolečka

Nasadí se kolečko se stupnicí (1) na otočný knoflík (2), zatlačí kolečko a knoflík proti sobě až zapadnou do sebe (obr.2.43). Následně se nasadí víčko (3) na knoflík tak, aby ramena zapadla do otvorů na knoflíku (obr.2.44). Knoflík a víčko se zatlačí proti sobě dokud nedojde k zaklapnutí (obr.2.45).



Obr.2.42:
1. Měřící kolečko
2. Otočný knoflík
3. Víčko

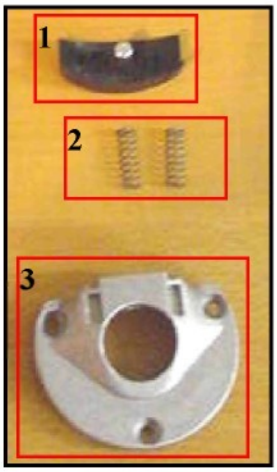
Obr. 2.43

Obr. 2.44

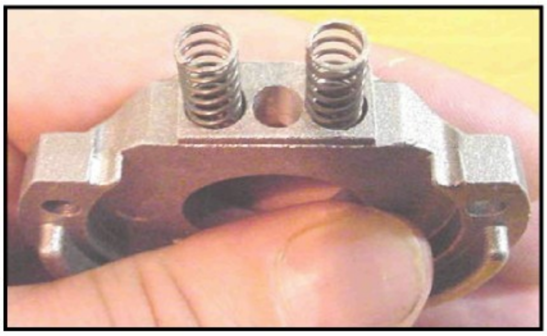
Obr. 2.45

Stanoviště 32.– Předmontáž zámku hřídele

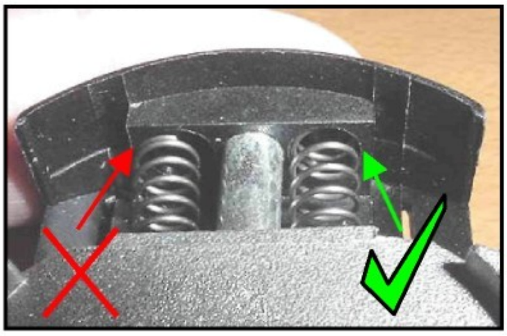
Dvě pružiny se umístí do bočních otvorů (obr.2.47). Na tyto pružiny se nasadí tlačítko zámku tak, aby kovový kolík směřoval do otvoru mezi pružinami. Kontroluje se, jestli pružiny správně zapadli do otvorů v tlačítku (obr.2.48). Zatlačí se tlačítko do držáku až plastové západky zapadnou do držáku (obr.2.49). Přejde se na další operaci



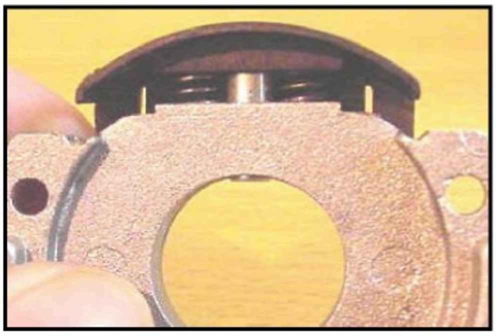
Obr.2.46:
1. Tlačítko zámku hřídele
2. Pružina
3. Držák zámku



Obr. 2.47



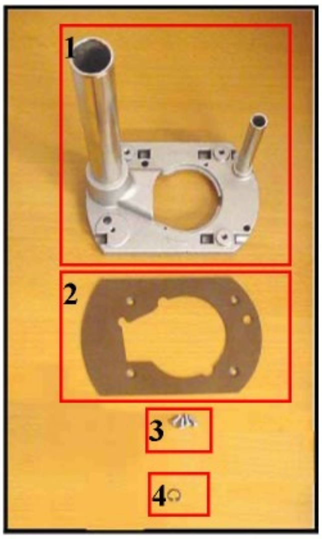
Obr. 2.48



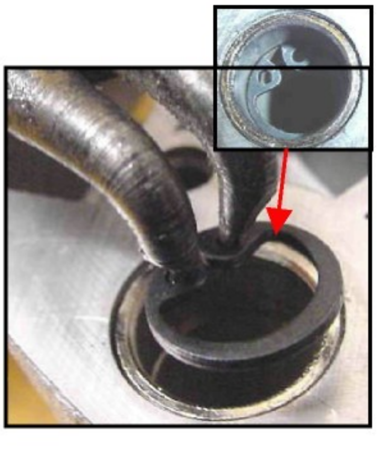
Obr. 2.49

Stanoviště 10.– Montáž základny, poj. kroužku, kluzná deska,sešroubování

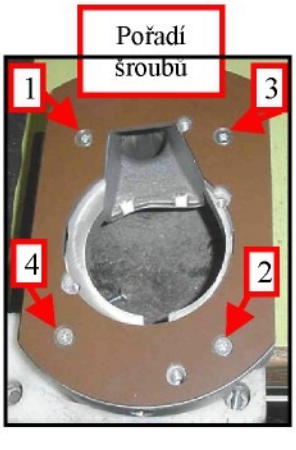
Základna (1) se vloží do přípravku. Zkontroluje se, zda je pojistný kroužek (4) uvnitř malé trubky. Pokud chybí, umístí se pomocí kleští nový kroužek (obr.2.51). Vezme se kluzná deska (2) a položí na základnu. Zkontroluje se, jestli povrch není poškrábaný. Čtyři šrouby (3) se zašroubují do desky podle předem určeného pořadí.(obr.2.52). Základna se předá na další stanoviště.



Obr.2.50:
1. Základní deska
2. Kluzná deska
3. Šroub (4x)
4. Pojistný kroužek

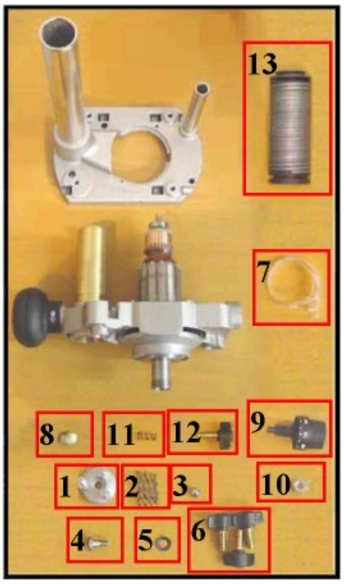


Obr. 2.51



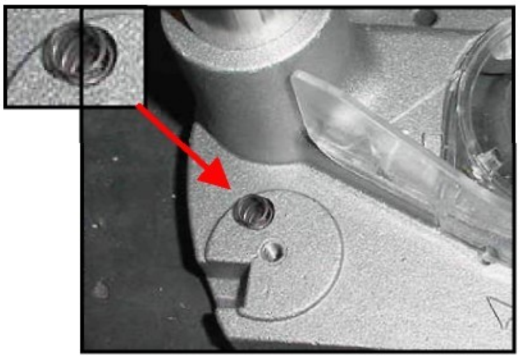
Obr. 2.52

Stanoviště 11.– Montáž revolverová hlavy, křídlových šroubů, prachovky, upínací součásti nosiče, měřícího kolečka a táhla

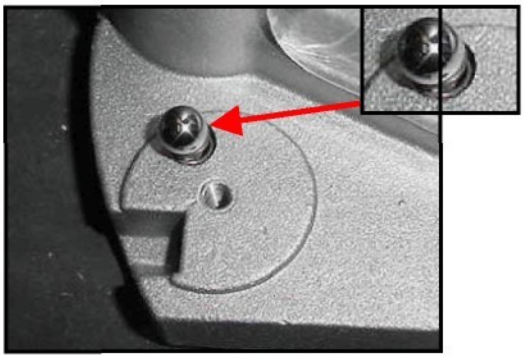


Obr.2.53:
1. Revolverová hlava
2. Pružina (4x)
3. Kulička 8mm
4. Speciální šroub M5
5. Kónická pružina
6. Křídlový šroub (3x)
7. Protiprachový kryt
8. Upínací součást
9. Měřící kolečko
10. Šestihranná pojistná matice
11. Pružina
12. Křídlový šroub
13. Předmontáž táhla

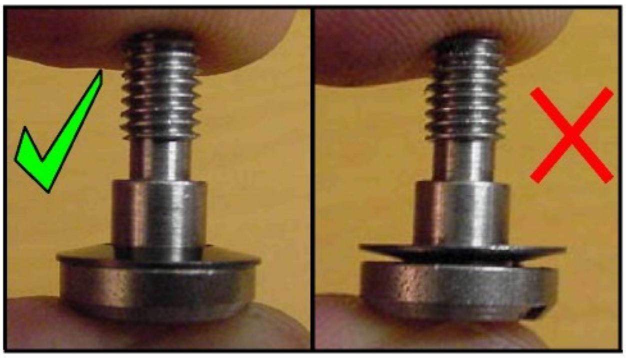
Základna se položí na stůl tak, aby velká trubka směřovala vlevo. Vezme se pružina (2) umístí do otvoru v desce (obr.2.54). Na pružinu se umístí kulička (3) (obr.2.55). Stranou se smontují speciální šroub (4) a kónická pružina (5) podle obrázku (obr. 2.56). Speciální šroub a kónická pružina se nasadí do revolverové hlavy, které se dohromady nasadí na základní desku tak, aby kulička zapadla do slepého otvoru v revolverové hlavě (obr.2.57). Šroub se dotáhne pomocí šroubováku. Vezme se pružina (2) a navleče na křídlový šroub (6). Šroub spolu z pružinou se nasadí do jednoho závitového otvoru a zašroubuje. Postup se opakuje s dalšími dvěma šrouby (obr.2.58). Protiprachový kryt (7) se nasadí největší západkou do výřezu v základně. Pak se zatlačí jednu a posléze druhou malou západku do drážek v základně (obr.2.59). Zkontroluje se, že obvod krytu zapadl do drážky v základně. Přejde se na další operaci. Upínací část (8) se uchopí palcem a ukazovákem podle obrázku. Předmontáž držadla se nakloní tak, že je vidět zakřivený otvor ve vnitřní části měděné trubky. Upínací část se plochou částí umístí do měděné trubky, zasune dovnitř, až zapadne do části vytvarované podle vnitřní části měděné trubky. Na montáž základny se nasune nosič a držadlem předmontáže se ve směru hodinových ručiček utáhne (obr.2.60). Měřící kolečko (9) se umístí do otvoru v přední části nosiče (obr.2.61). Spojí se drážka ve slabším konci s drážkou v levé přední části nosiče a stlačí dolů. Šestihranná pojistná matice (10) se vloží do obdélníkového slepého otvoru v levé části měřícího kolečka (obr.2.62). Současně se uchopí křídlový šroub (12), navlékne pružinu (11) přes závity na křídlovém šroubu a umístí do otvoru v levé části měřícího kolečka (obr.2.63). Křídlovým šroubem se otáčí do té doby dokud se závity šroubu a matice nedotknou a pak ještě třikrát dokola. Předmontáž táhla (13) se nasadí na měděnou trubku tak, aby vlnitá část směřovala vzhůru (obr.2.64). Základna s nosičem se předá na další stanoviště.



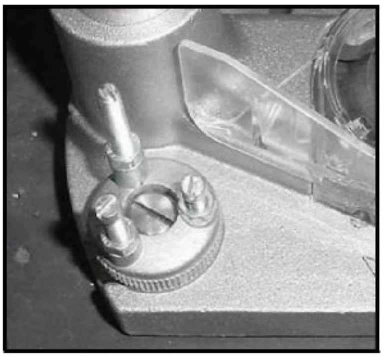
Obr. 2.54



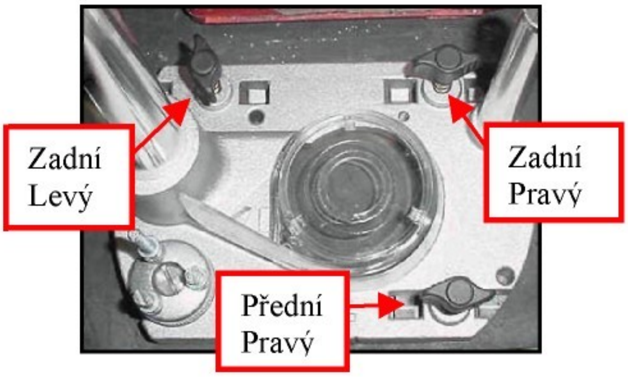
Obr. 2.55



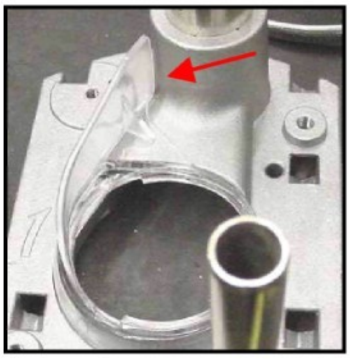
Obr. 2.56



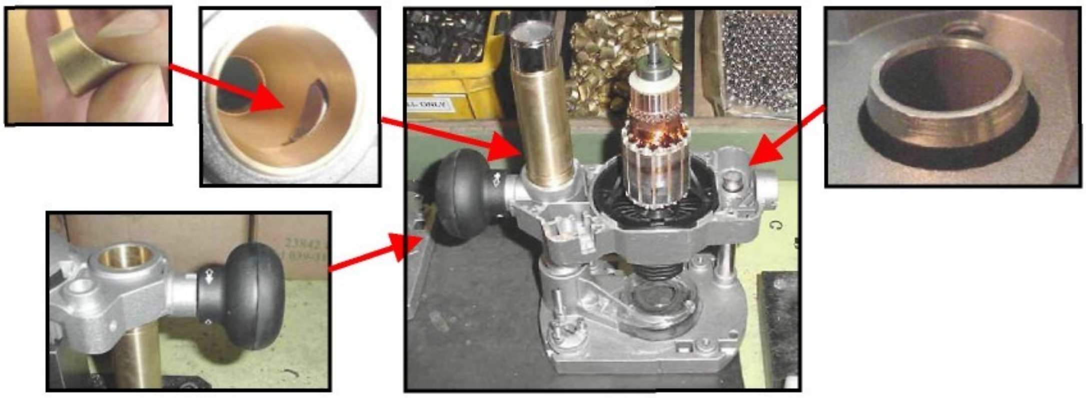
Obr. 2.57



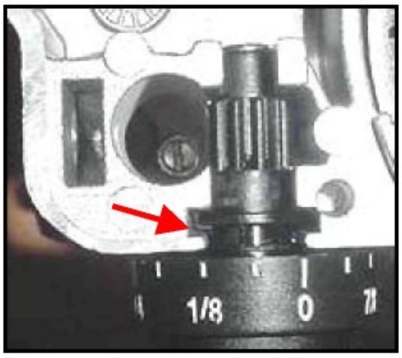
Obr. 2.58



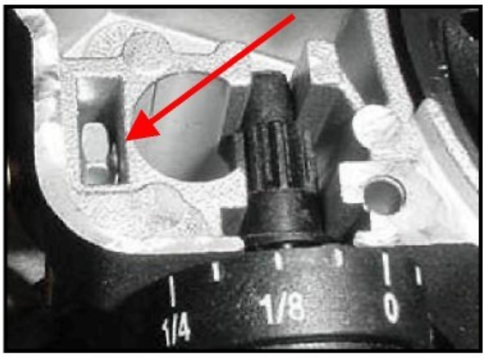
Obr. 2.59



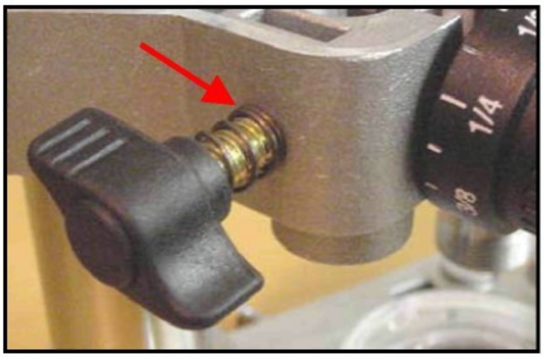
Obr. 2.60



Obr. 2.61



Obr. 2.62

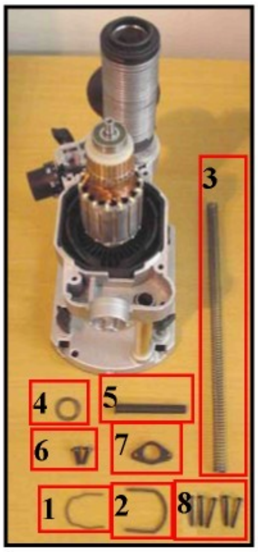


Obr. 2.63

Obr. 2.64

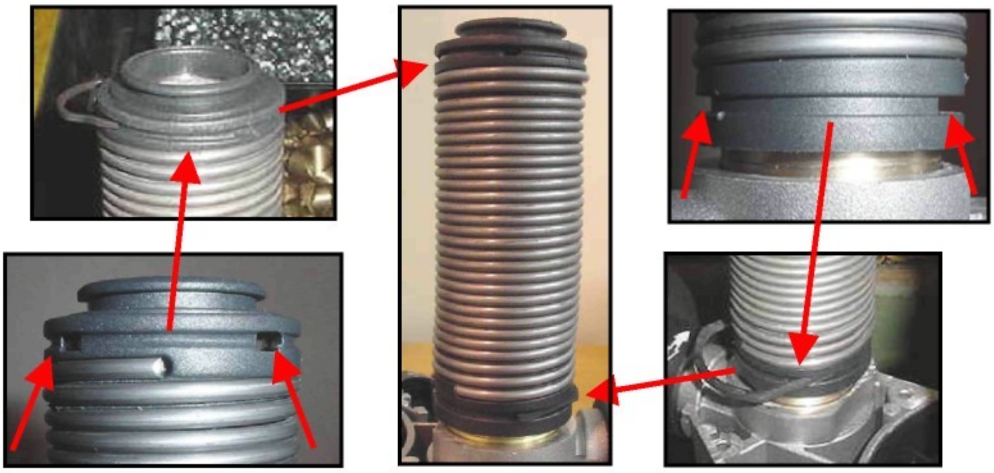
Stanoviště 12.– Umístění táhla, montáž vedení trubice a pružiny

Předmontáž táhla se zatlačí dolů, až špička měděné trubky bude sedět na krku vlnité části. Uchopí se malá pojistná obruč (1) umístí se do otvorů v nejhlubším zářezu vlnité části přesně nad vršek cívky a zatlačí, až přesně zapadne do svého místa. Velká pojistná obruč (2) se umístí do zářezu, obepne cívku přímo pod její spodní částí tak, že hroty půjdou okolo dvou otvorů a zapadnou do měděné trubky (obr.2.66). Předmontáž držadla se uvolní a posune nosič nahoru a dolů na měděnou a stříbrnou trubku tak, že se táhlo rozvine a zase svine. Pokud se pružina nerozevírá a nestahuje volně, musí být odstraněna a musí být zkontrolována plsť. Přejde se na další operaci. Vedení trubice (7) se umístí tak, že šikmé strany vedle dvou malých otvorů směřují dolů (obr.2.67). Velký otvor ve středu se umístí na nízkou stříbrnou trubku, přesně procházející skrz nosič a spojí se dva malé otvory s dvěma malými otvory v nosiči. Dva šrouby 6 se postupně

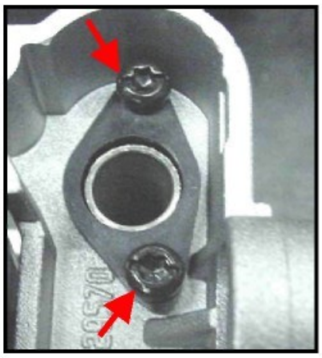


Obr.2.65:
1. Pojistná obroučka (malá)
2. Pojistná obroučka (velká)
3. Pružina vinutá tlačná
4. Podložka pružiny
5. Trubicová pružina
6. Šroub (2x)
7. Vedení trubice
8. Šroub (5x)

umístí do dvou otvorů a pomocí šroubováku napůl utáhnou (obr.2.68). Uchopí se pružina (3) a namočí jeden konec do nádoby s mazadlem. Namazaný konec pružiny se zasune do vedení trubice a zatlačí do malé stříbrné trubice, kam až to půjde (obr.2.69). Vezme se trubicová pružina (5) a podrží zvlněnou stranou vzhůru, druhý konec se nasune na vršek pružiny (obr.2.70). Pružinová podložka (4) se položí na rotor a nechá na místě (obr.2.71). Uchopí se sestava motoru a nastaví tak, aby plastová harmonika na jedné straně se nasunula přes táhlo. Na opačné straně sestavy motoru je plastový kolík směřující dolů s krytem okolo, která musí celý zapadnout do vedení trubice a do vrchu stlačované pružiny(obr.2.72). Skříň motoru se přes motoru posunu na nosič, vršek rotoru vystoupá skrz kovový zálisek a nosič a skříň motoru sedí vedle sebe. Zatáhne se za držadlo, aby se jednotka zajistila proti posunutí. Vezme se pět šroubů (8) a postupně se umístí do otvorů v motorové skříni. Skříň motoru na nosiči se s přidržením předá do vyrovnávacího přípravku.

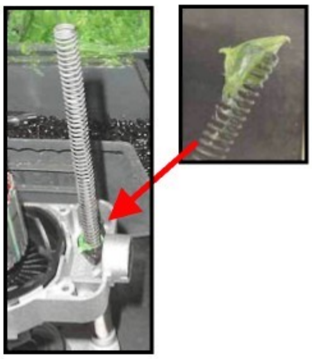


Obr. 2.66



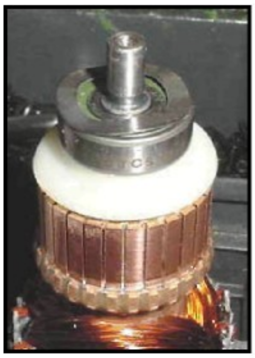
Obr. 2.67

Obr. 2.68

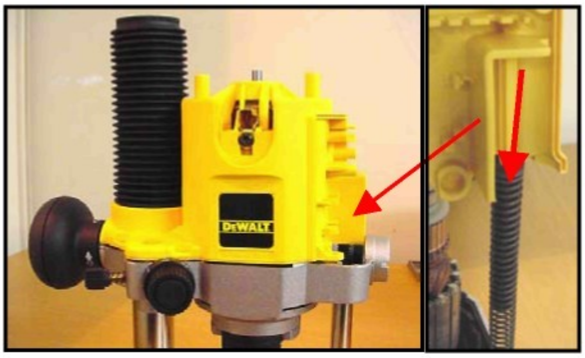


Obr. 2.69

Obr. 2.70

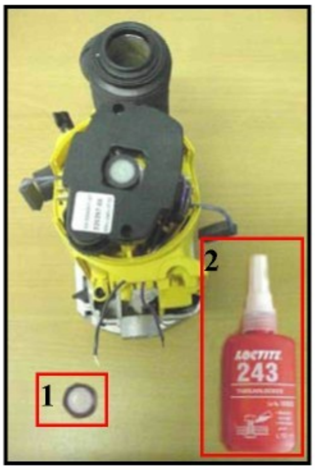


Obr. 2.71



Obr. 2.72

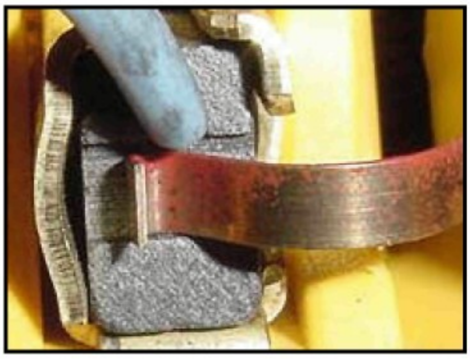
Stanoviště 13.– Umístění kartáčů, vyrovnávání



Obr.2.73:
1. Magnetický kroužek
2. Loctite 243

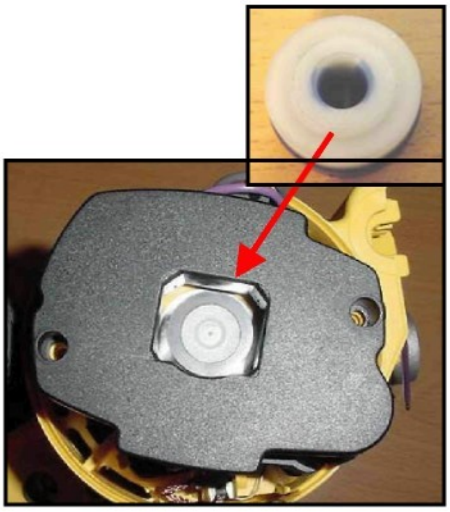
Pomocí nůžek se uchopí kartáč, vytáhne se vinutá pružina ven z otvoru, aby se uvolnil otvor uvolnil pro držák kartáče a kartáč se zatlačí dovnitř (obr.2.74). Konec vinuté pružiny se umístí na konec kartáče tak, aby zajistil kartáč proti uvolnění a současně zajišťoval správnou polohu (obr.2.75). Předmontáž se ve vyrovnávacím přípravku otočí a postup se opakuje. Přejde se k další operaci. Jednotka se ve vyrovnávacím přípravku nastaví tak aby správně seděla skříň motoru na nosiči a postupně se utahují jednotlivé šrouby. Mezi nosičem a skříní nesmějí vzniknout žádné mezery (obr.2.76). Držadlem se otočí proti směru hodinových ručiček a zatlačí nosič dolů, až konec hřídele se závity dotkne sloupku na upínacím pouzdru pevné zkladní části. Držadlem se otočí po směru hodinových ručiček, až se nosič pěvně zajistí. Šroubovákem se dotáhne jeden ze šroubů vedení trubice. Opakuje se zbývajícím šroubem. Lepidlo (Loctite 243) 2 a magnetický kroužek (1) se umístí na pracovní stůl, slepí otvor v bílém plastu směrem vzhůru. Tryska lepidla se umístí do otvoru, stiskne láhev a začne vytékat lepidlo.Magnetický kroužek se otočí o 180°, umístí se na konec rotoru a zatlačí, pokud je potřeba použije se pomocný nástroj (obr.2.77). Otočí se držadlem proti směru hodinových ručiček a nosič přejde do horní polohy, otočí se po směru hodinových ručiček, aby se sestava zajistila. Jednotka se předá na další pracoviště.

Obr. 2.74



Obr. 2.75

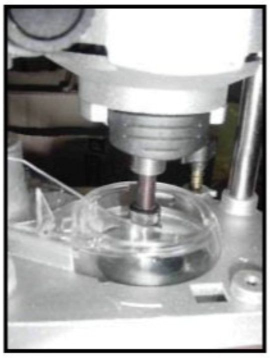
Obr. 2.76



Obr. 2.77

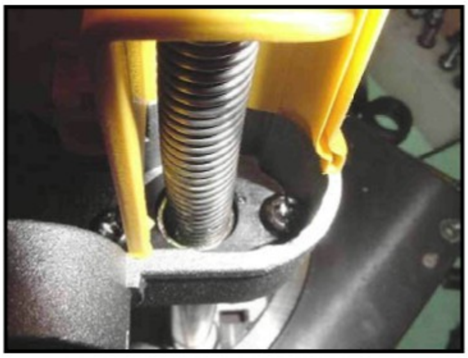
Stanoviště 14.– Vyrovnávací test

Vezme se jednotka, umístí do testovacího místa podle profilu nosiče u stanice. Předmontáž držadla se otočí proti směru ručiček, uvolní se utahovací zařízení. Nosič se umístí dolů na upínací pouzdro až se zkušební přístroj rozsvítí (obr.2.78). Jednotkou se otočí ve směru ručiček, základna na testovací jednotce musí zůstat mezi zelenými parametry danými pro tuto jednotku, aby testem prošla $(\pm 150\mu m)$. Jednotkou se otočí proti směru ručiček, základna musí zůstat mezi zelenými parametry danými pro jednotku, aby prošla testem (obr.2.79). Jestliže jednotka projde testem, pošle se na další stanoviště. Když jednotka neprojde, uvolní se šrouby na vedení potrubím (obr.2.80) a test se opakuje. Pokud jednotka neprojde, odloží se stranou na opravy.



Obr. 2.78

Obr. 2.79



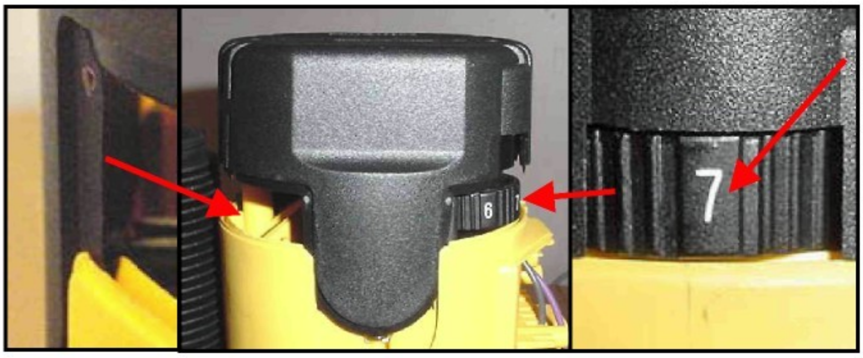
Obr. 2.80

Stanoviště 15.– Umístění zakončení, upínacího pouzdra a protiprachové krytky

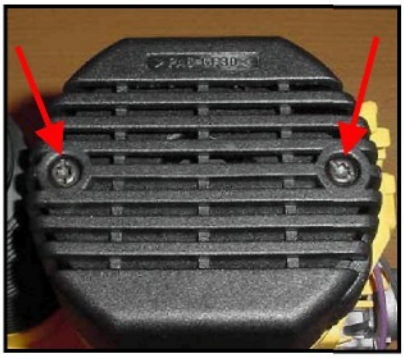
Vrchní část plastové trubice se stlačí k vrchní části táhla pružiny. Okraj se zatlačí do vnitřního průměru trubice do výklenku černé části, až úplně dosedne (obr.2.82). Příchytky se vloží do výklenku v motorové skříni, vpředu a vzadu. Stlačí se dolů až zakončení sedí ve výklenku po celé vnitřní části motorové skříně a uchopí se dva šrouby. Umístí se do otvorů na špičce konečného uzávěru. Přidrží se konečný uzávěr a šroub (2) dotáhne (obr.2.83). Opakuje se zbylým šroubem. Zkontroluje se, že rychlostní číselník ukazuje číslo 7 (obr.2.84). Uchopí se upínací pouzdro (3) a otočí se s maticí až bude pouzdro směřovat vzhůru, vsune se pod hřídel a nasune na hřídel (obr.2.85). Maticí se otočí po směru ručiček a našroubuje na závity hřídele. Protiprachový kryt (4) se umístí tak, aby výstupky směřovaly dolů. Přes vršek se nasadí protiprachový kryt, nejdříve jeden a ujistí se že je ve správné poloze v malé vystřižené části na okraji krytky (obr.2.86). Zatlačí se dolů, až krytka zapadne na své místo. Jednotka se předá na další stanoviště

Obr.2.81:
1. Koncový uzávěr
2. Šroub (2x)
3. Upínací pouzdro
4. Protiprachová krytka

Obr. 2.82

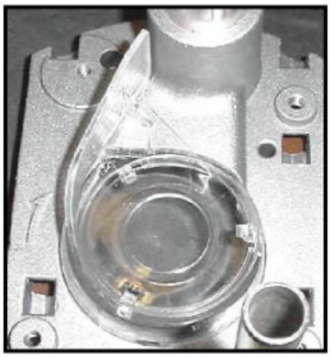


Obr. 2.84



Obr. 2.83

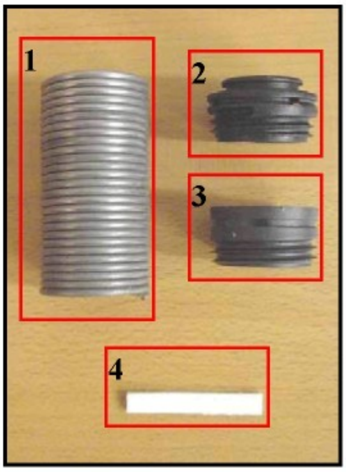
Obr. 2.85



Obr. 2.86

Stanoviště 34.– Předmontáž speciálního táhla

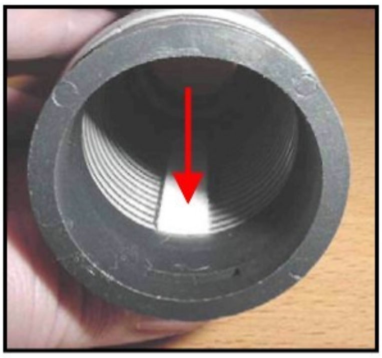
Současně se uchopí táhlo pružiny (1) a spojovací článek (žlábkovaný) (2). Spojovací článek se nasadí na závity konce spojovacího pružinového táhla, otáčí se článkem ve směru ručiček až se zašroubuje na konec spirály (obr.2.88). Uchopí se spojovací článek (plochý) (3). Táhlo se otočí o 180°, konec spirály je proti závitům na spojovacím článku, otáčením po směru ručiček se táhlo zašroubuje na konec spirály (obr.2.89). Uchopí se plsť (4),odstraní papír ze zadní strany, prostrčí do spirály skrz žlábkovanou spojovací část. Když krátký konec je vedle místa spojení pružiny a spojovacího článku (plochého), přilepí se k vnitřní části pružinového táhla (obr.2.90). Přejde se na stanoviště.



Obr.2.87:
1. Speciální táhlo pružin
2. Spojovací článek (žlábkovaný)
3. Spojovací článek (plochý)
4. Plsť

Obr. 2.88

Obr. 2.89



Obr. 2.90

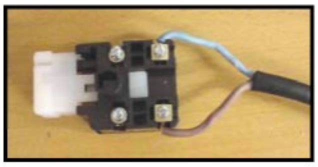
Stanoviště 16.– Montáž elektriky, bočního krytu a sestavení pravého držadla

Současně se uchopí kabel (4) a chránič napájecí šňůry (4). Slabý konec se nasune na dva barevné dráty, které jsou na konci kabelu, až se oba dráty objeví na straně silného konce chrániče (obr.2.92). Uchopí se vypínač (2) a drží tak, aby čtyři šrouby směřovaly vzhůru a bílá část byla nejvzdáleněji. Jeden ze zlatých spojů se zasune do otvorů blíže a to samé se opakuje s dalším drátem. Pomocí šroubováku se postupně utáhnou oba šrouby a zajistí se dráty proti uvolnění (obr.2.93). Jednotka se umístí do přípravku tak, aby koncový kryt byl směrem vzhůru a držadlo dole (obr.2.94). Vypínač se uchopí tak, aby bílý díl byl nejdále a čtyři šroub směřovali vzhůru. Nasadí se dva modulové dráty do zbývajících otvorů. Nejdelší vedení do otvorů na pravé straně a druhé vedení na levé straně. Obě vedené se podrží na svém místě. Uchopí se šroubovák a postupně se utáhnou oba šrouby (obr.2.95). Bílý díl se vloží pod kruhový výbruse na nosiči a tmavá čtvercová část vypínače se usadí do šesti malých míst napravo od pružiny (obr.2.96). Dva modulové kabely a dva kabely kondenzátoru (1) jsou veden do žlábků na kabely podél každé strany vypínače. Kondenzátorové dráty jsou umístěny ve žlábcích vlevo a vpravo od šroubového krytu. Bílý díl musí být zatočen tak, že dráty se kříží a jsou posazeny pod šroubovým krytem (obr.2.97). Levý modulový drát bude umístěn do třetího žlábku vlevo od šroubového krytu. Pravý modulový drát musí být umístěn přes kondenzátorový drát a do žlábku vpravo od šroubového krytu. Následující dráty se vedou podle obrázku. Černý kryt se nasadí mezi dvě šroubová pouzdra vlevo od bílého kondenzátoru. Chránič napájecí šňůry se zatlačí nahoru po kabelu směrem k jednotce a umístí na konci do výklenku pod šroubovými kryty (obr.2.98). Uchopí se dva šrouby (6) a úchytka napájecí šňůry (7). Úchytka se umístí přes kabel tak, že okraj směřuje nahoru a dva otvory jdou přes dva šroubové kryty (obr.2.99). Šrouby

Obr.2.91:
1. Kondenzátor
2. Předmontáž vypínače
3. Chránič napájecí šňůry
4. Kabel
5. Boční kryt
6. Šrouby (2x)
7. Úchytka kabelu
8. Šrouby (2x)
9. Pravé držadlo
10. Vačka hřídele
11. Předmontáž spínače
12. Pružina
13. Šroub (2x)
14. Šroub (2x)
15. Kryt držadla

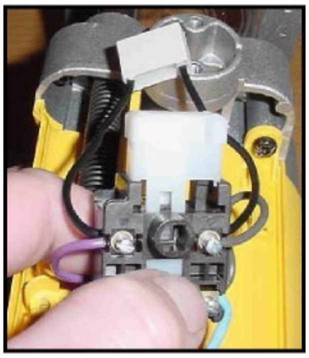
se umístí do otvorů a postupně pomocí šroubováku utáhnou. Boční kryt (5) se umístí na jednotku tak, že polokruh směřuje směrem k hvězdicovitému sloupku. Polokruhový konec se skloní a nastaví se dva výčnělky na tomto konci. Boční kryt se zatlačí do výklenku v motorové skříni, až bude sedět přesně v místě. Žádné dráty nesmí být nikde chyceny. Dva šrouby se umístí do otvorů (8) a pomocí šroubováku dotáhnou. Zkontroluje se, že mezi bočním krytem a skříní nejsou žádné mezery (obr.2.100). Přejde se k další operaci. Pravé držadlo (9) se umístí na kruhový kovový okraj, na nosič, se dvěma drážkami na držadle sedícími na dvou otvorech v hvězdicovém sloupku směřujícím vzhůru (obr.2.101). Dva šrouby (13) se vloží do otvorů pro šrouby ve výklenku a pomocí šroubováku postupně utáhnou (obr.2.102). Uchopí se vačkový kotouč hřídele (10) a drží se zakřivený vačkový kotouč směrem dolů a vpravo. Zakřivený kotouč se prostrčí skrz střed držadla na bílou část spínače, otočí se kotoučem hřídele proti směru hodinových ručiček a zatlačí dolů dokud nepropadne (obr.2.103). Je nutné se ujistit, že kotouč sedí přesně v kruhovém výklenku. Vezme se předmontáž spínače (11) spouštěče a zkontroluje se, že pružina je uvnitř spouštěče. Pružina (12) se umístí do slepého otvoru uvnitř U tvarované střední části spínače (obr.2.104). Předmontáž spínače se uchopí tak, aby spouštěč a pružina uprostřed byly čelem k operátorovi. Otvor vlevo od spínače se nasadí na hvězdicový sloupek a úplně zatlačí dolů (obr.2.105). Stlačí se část spouštěče k pravému držadlu, lehce zvedne a zatlačí dolů , až zůstane na svém místě (obr.2.106). Kryt držadla (15) se uchopí tak, že otvory pro šrouby směřují vlevo a vpravo, hladká strana je nahoře. Konec vačkového hřídele musí zapadnout do slepého otvoru vpravo od levé strany otvorů pro šrouby. Vezmou se dva šrouby (14), umístí se do otvorů a pomocí šroubováku utáhnou (obr.2.107). Stiskne se spouštěč, zatlačí se na zamykající knoflík tak, aby se uzamkl v určené pozici. Jednotka se předá do testeru.

Obr. 2.92



Obr. 2.93

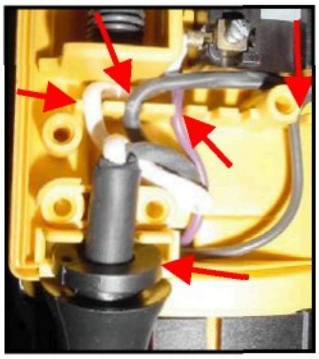
Obr. 2.94



Obr. 2.95

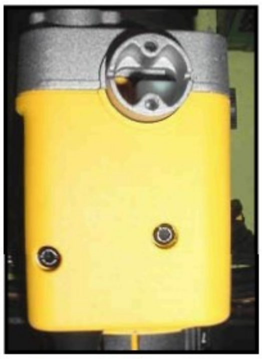
Obr. 2.96

Obr. 2.97

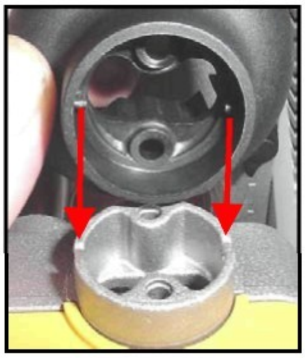


Obr. 2.98

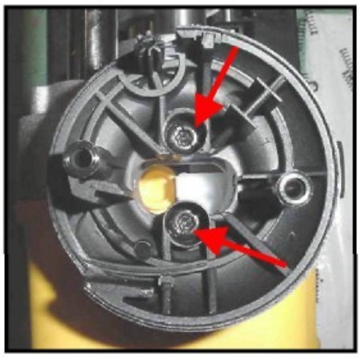
Obr. 2.99



Obr. 2.100

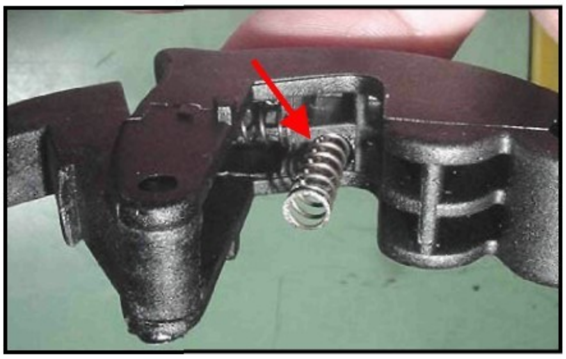


Obr. 2.101



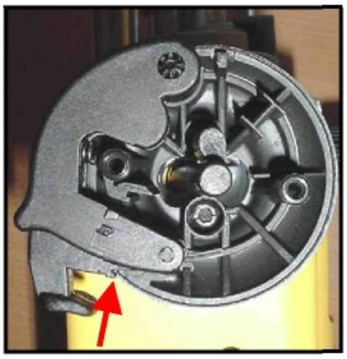
Obr. 2.102

Obr. 2.103

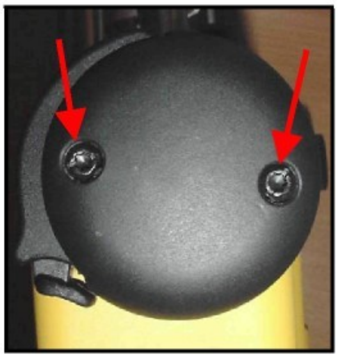


Obr. 2.104

Obr. 2.105



Obr. 2.106



Obr. 2.107

Testování

Uchopí se jednotka a umístí do testovací komory (záběhový tester) tak, aby vypínač směřoval směrem k operátorovi. Zapne se vypínač a zajistí pojistkou v zapnuté poloze. Zástrčka se zasune do zásuvky v testeru. Číslo pozice musí odpovídat číslu zásuvky. Postup se zopakuje tolikrát, dokud se nenaplní pozice v testovací komoře (obr.2.108). Následně se zavřou dveře testovací komory a stiskne zelené tlačítko. Nad testovací komorou se rozsvítí žlutá kontrolka a testované jednotky se po chvíli rozběhnou. Jestliže daná jednotka je v pořádku předá se do druhého testu (kontrolní tester), v opačném případě směřuje na stůl s opravami. Při předávání jednotky na opravu se musí napsat kód do prázdného výklenku na výkonový štítek (obr.2.109). Na popsání se použije voskovka. V druhé komoře je postup testování podobný. Po ukončení testování v druhém testeru následuje výstupní kontrola.

Obr. 2.108

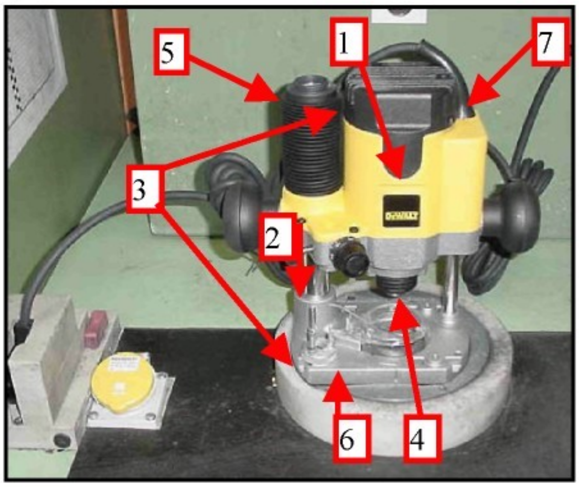
Obr. 2.109

Stanoviště 17.– Výstupní kontrola

Při otevření dveří testované komory se přijatá jednotka rozběhne. Volič rychlosti se nastaví na pozici č.1 a po kontrole běhu zpět na č.7. Vypínač se vypne, odklopí se kryt nad zástrčkou a zástrčka se vyjme. Jednotka se vyndá s testeru a umístí se na stůl pro přijaté jednotky. Provádí se kontrola podle obrázku 2.110

Obr.2.110:

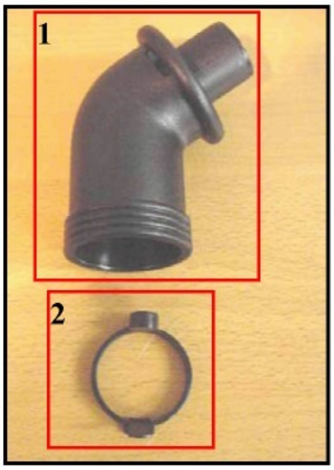
1. Kontrola datumového štítku nad značkovým štítkem
2. Kontrola pohyblivosti stroje nahoru a dolů
3. Kontrola vodícího pouzdro
4. Kontrola zámku hřídele
5. Kontrola plastové trubice na vzduch
6. Kontrola revolverové hlavy



Dále se kontrolují odřeniny, škrábance a mezery na kluzné desce, průhledném víčku, šroubech, kabelu, měřícím kolečku a celé jednotce.

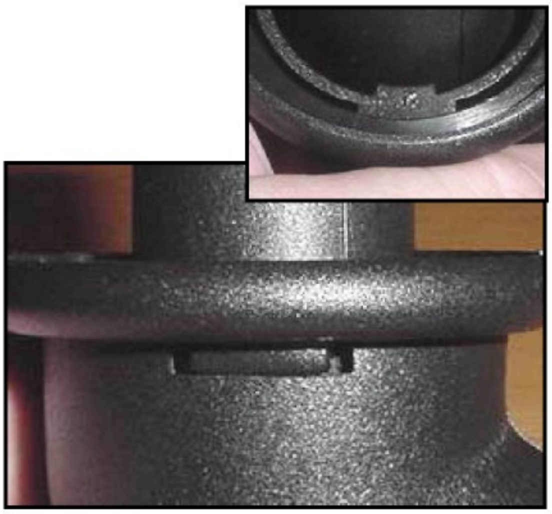
Stanoviště 40.– Montáž přípojky

Uchopí se současně prachová přípojka (1) a objímka přípojky (2). Malý průměr směřuje přímo vzhůru, velký průměr je otočen vlevo. Objímka se umístí tak, že kruhový hřeb směřuje čelem k malému kruhovému otvoru ve velkém průměru objímky. Knoflík se zamáčkne dolů do vnitřního vývrtu a zatlačí do kulatého otvoru pomocí nástroje (obr.2.112). Přípojka se otočí o 180° tak, že hřeb je směrem od operátora. Výčnělek nad koncem bude přesně nad vnitřním vývrtem, použije se pomocný nástroj a stláčí jej dolů do otvoru pod vnější okraj, až zapadne do svého místa (obr.2.113). Přejde se k dalšímu stanovišti.



Obr.2.111:
1. Prachová přípojka
2. Objímka prachové přípojky

Obr. 2.112

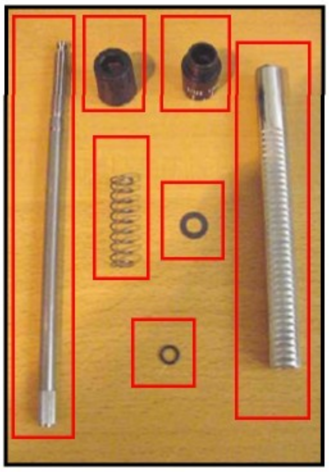


Obr. 2.113

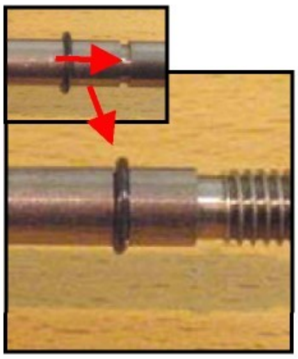
Stanoviště 31.– Montáž nastavovacího výškového prvku

Uchopí se závitová tyč (1) a O kroužek (7). Přetáhne se O kroužek přes konec tyče, na kterém nejsou závity, zatlačí dolů směrem k závitům a posadí do drážky přímo nad závity (obr.2.115). Současně se uchopí měřící kolečko (3) a regulační kolečko (2). Nejmenší průměr měřícího kolečka se zasune do kruhového kolečka a zamáčkne

dohromady (obr.2.116). Současně se uchopí předmontáž regulačního kolečka a podložka (6).Podložka se umístí dovnitř regulačního kolečka. Vezme se předmontáž závitové tyče, závity na konci směřují směrem vzhůru a druhý konec se umístí do otevřeného konce na regulačním kole. Závitová tyč se otočí o 180°, tak že závity směřují dolů, tento konec se umístí do spodního lisovacího nástroje a natáhne se nahoru tak, že regulační kolečko je přesně pod vrchním nástrojem (obr.2.117). Regulační kolečko se na lisuje na tyč. Po vyjmutí tyče z lisu se vezme pružina (5), natáhne se na závitový konec a vtlačí do regulačního kolečka (obr.2.118). Uchopí se předmontáž trubice převodovky (4), dovnitř se zasune závitová tyč závity na tyči napřed do konce trubice bez závitů (obr.2.119). Otočí se regulačním kolečkem po směru ručiček, až se trubicová převodovka dostane dovnitř (obr.2.120). Přejde se k dalšímu stanovišti.



Obr.2.114:
1. Závitová tyč
2. Regulační kolečko
3. Měřící kolečko
4. Předmontáž trubice převodovky
5. Pružina
6. Podložka
7. O kroužek

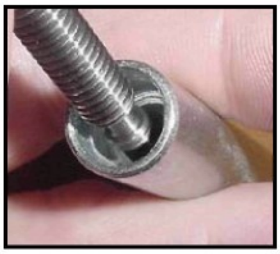


Obr. 2.115

Obr. 2.116

Obr. 2.117

Obr. 2.118

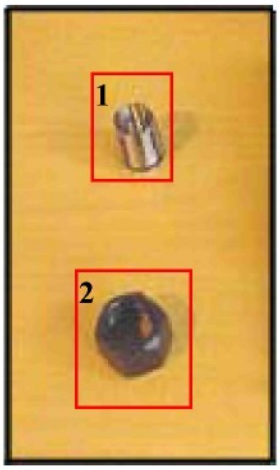


Obr. 2.119

Obr. 2.120

Stanoviště 30.– Montáž upínacího pouzdra

Současně se uchopí upínací pouzdro (1) a matice upínacího pouzdra (2). Pouzdro se umístí do spodního lisu, drážka bude poblíž vrchní části (obr.2.122). Matice upínacího pouzdra, se umístí vnitřními závity vpředu, přes vrchní část pouzdra tak, že bude nasazena kolmo (obr.2.123). Matice se na pouzdro nalisuje. Předmontáž se vyndá s lisu a zkontroluje se, že matice se otáčí volně na upínacím pouzdře. Přejde se k dalšímu stanovišti.



Obr.2.121:
1. Upínací pouzdro
2. Matice upínacího pouzdra

Obr. 2.122

Obr. 2.123

Stanoviště 18.– Čištění

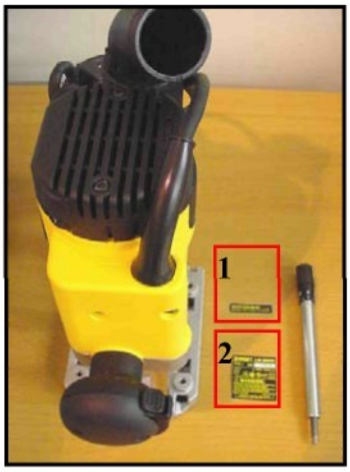
Skříň motoru se čistí pomocí hadříku namočeného do čistící kapaliny (obr.2.124). Skříň motoru se čistí celá dokola, kromě kabelů až na jednotce nejsou žádné skvrny. Následně se celá suší pomocí suché látky tak, až všechny stopy jsou odstraněny (obr.2.125).

Obr. 2.124

Obr. 2.125

Stanoviště 30.– Štítkování

Uchopí se předmontáž nastavovacího výškového prvku za černou plastovou část, závity dolů. Nastavovací výškový prvek se nasune skrz otvor nad měřícím kolečkem tak, že drážky jsou přesně pod černým plastovým koncem směrem k motorové skříni. Měřícím kolečkem se otočí proti směru ručiček nastavovacím výškovým prvkem který se posune směrem dolů, kam až to půjde (obr.2.127). Výkonnostní štítek (2) se sejme z role a umístí se do prázdného výklenku pod výstupkem na koncovém krytu. Zkontroluje se, že sedí přímo ve výklenku (obr.2.128). Zkontroluje se, že číslo na výkonnostním štítku je shodné s číslem na následné nálepce na lepenkové krabici obalu (obr.2.129). Vezme se výstražný štítek (2) a umístí se na boční víko, nad dva šrouby (obr.2.130).



Obr.2.126:
1. Výstražný štítek
2. Výkonnostní štítek

Obr. 2.128

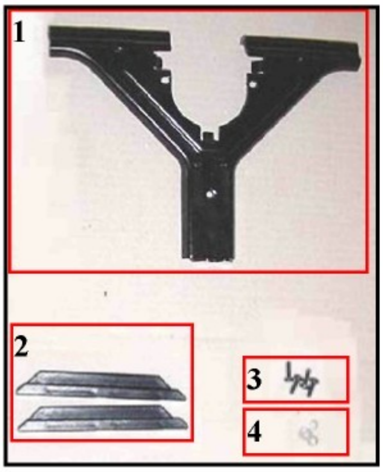
Obr. 2.127

Obr. 2.129

Obr.2.130

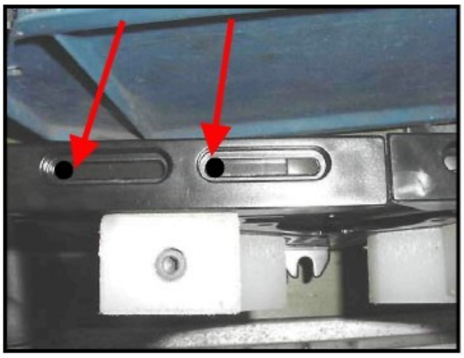
Stanoviště 39.– Předmontáž boční stěny

Uchopí se boční konstrukce (1), zkontroluje že barva není oloupaná či poškrábaná a umístí do montážního přípravku (obr.2.132). Lyžina (2) se nasadí z levé strany konstrukce, žlábky v ní překrývají otvory v konstrukci. Vezme se podložka (4), navlékne se na šroub (3) a ten se vloží do jednoho z otvorů ve žlábku. Pomocí šroubováku zašroubuje (obr.2.133). Postup se opakuje i s druhým šroubem. Zkontroluje se, že obě lyžiny se dotýkají (obr.2.134). Předmontáž se předá na další stanoviště.

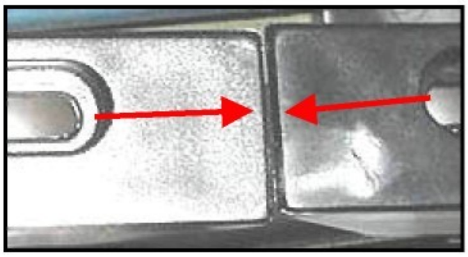


Obr.2.131:
1. Boční konstrukce
2. Lyžiny x 2
3. Podložka (4x)
4. Šrouby (4x)

Obr.2 132



Obr. 2.133



Obr. 2.134

Stanoviště 35.– Předmontáž bočnice

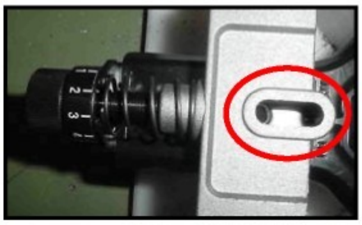
Montáž se uloží do upínače tak, že stupnice je vidět shora (obr.2.136). Nastavovací článek (2) se nasune na šroub (1) a šroub se i s článkem umístí do výstřižku podle obrázku. Tlačná pružina (3) se nasune na závitový konec nastavovacího šroubu (obr.2.137). Spojovací článek (4) se vloží na závitový konec nástavného šroubu do závitového otvoru. Šroub se utáhne až je závitový otvor úplně vidět v části otvoru (obr.2.138). Uchopí se dlouhý křídlový šroub (6), kotouč (8) nasune se na závitový konec křídlového šroubu, vloží do závitového otvoru uprostřed otvoru ve spojovacím

článku a utáhne (obr.2.139). Uchopí se krátký křídlový šroub(5) a pružina (7), přetáhne se pružina přes závitový konec křídlového šroubu, zašroubuje do šroubového krytu nejdále od operátora a utáhne (obr.2.140). Stejný postup se opakuje s druhým šroubem a pružinou, který se zašroubuje do nebližšího krytu. Předmontáž se otočí tak, že křídlové šrouby jsou na spodní straně (obr.2.141). Uchopí se prachový kryt (9). Pravý výčnělek na předmontáži se nasune do levého otvoru a pevně vtlačí do hloubky (obr.2.142). Strana vzdálenější od operátora se vtlačí pod výčnělek. Strana blíže k operátorovi se odtlačí a přehne dolů k výčnělku a pevně se umístí pod výčnělek (obr.2.143). Přejde se k dalšímu stanovišti.

Obr.2.135:
1. Šroub, nástavný
2. Nastavující článek
3. Pružina tlačná
4. Spojovací článek
5. Křídlový šroub krátký (2x)
6. Křídlový šroub dlouhý
7. Pružina (2x)
8. Kotouč
9. Prachový kryt

Obr.2.136

Obr.2.137

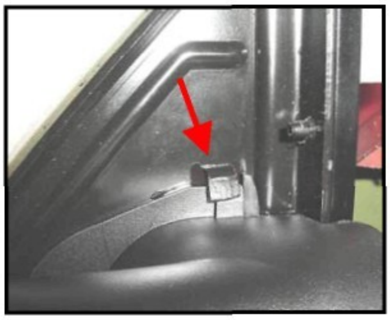


Obr.2.138

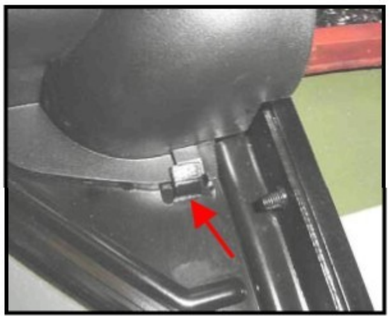
Obr.2.139

Obr.2.140

Obr.2.141



Obr.2.142

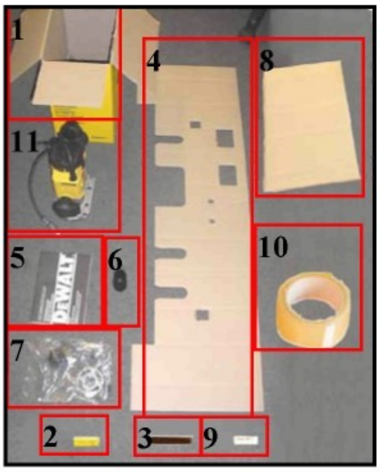


Obr.2.143

Stanoviště 19.– Balení

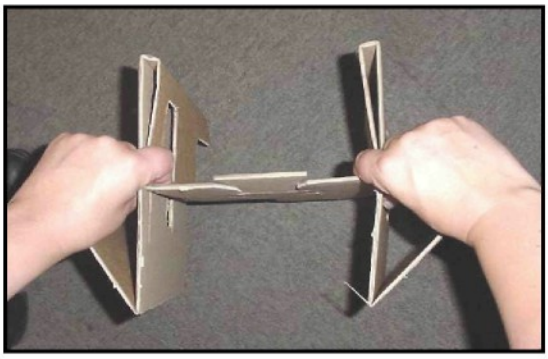
Výrobek je možné zabalit buď do montážního kufru nebo do kartónové krabice, podle požadavků zákazníka. Do obou balících zařízení se podle typu výrobku přibaluje několik předmontážních součástek, doplňků, návod k obsluze, záruční list, nákres výrobku. Balící zařízení je označeno sériovým štítkem, který musí souhlasit s číslem výrobku a senzorickým štítkem.

Kartónová krabice (1) se složí podle předem stanoveného postupu (obr.2.145), na vnitřní stranu krabice se umístí senzorický štítek (3). Štítek se sériovým číslem (2) se umístí na víko pod prostřední odstavec nápisu. Do krabice se vloží vrchní vklad (4) podle stanoveného postupu (obr.2.146) a jednotka se vloží do místa určeného pro jednotku Přípojka (6) se nasadí slabším koncem do prachové přípojky (obr.2.147). Součástky předmontáže (7) se umístí do otvoru vzadu vpravo (obr.2.148). Návod k obsluze (5) se umístí do otvoru v předu (obr.2.149). Balící díl se umístí do přední části krabice, na který se umístí smotaný kabel (obr.2.150). Identifikační razítko se otiskne na vnitřní stranu víka krabice. Obalový díl (8) se složí a umístí podle stanoveného návodu. Štítek s datumem (9) se sejme z role a umístí se na vrchní část víka nad čárový kód. Pomocí izolepy (10) se zajistí krabice proti rozbalení. Krabice se umístí přesně podle platných balících a skladových informací.



Obr.2.144:
1. Karton
2. Štítek se sériovým číslem
3. Senzorický štítek
4. Vrchní vklad do krabice
5. Návod k obsluze
6. Přípojka
7. Předmontáž - součástky
8. Obalový díl
9. Štítek s datumem
10. Izolepa
11. Výrobek

Obr.2.145



Obr.2.146

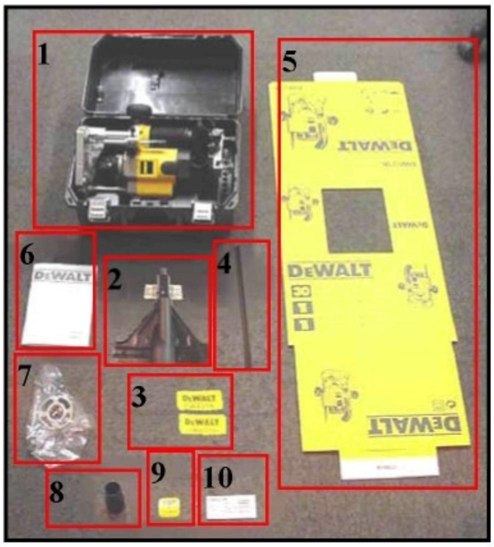
Obr.2.147

Obr.2.148

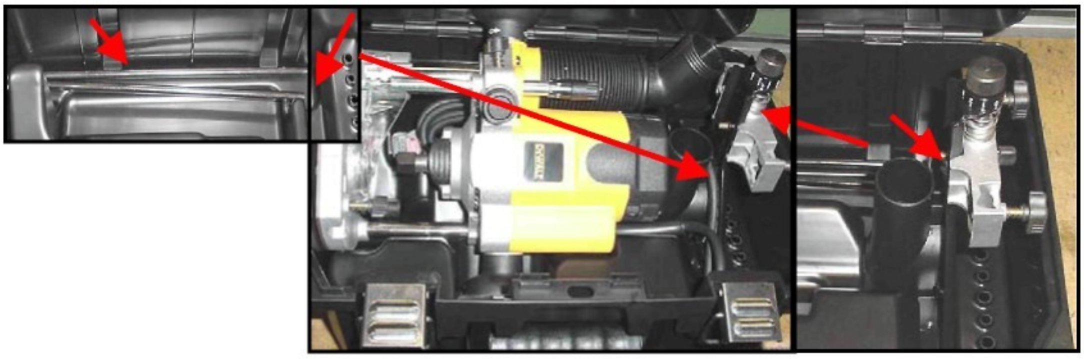
Obr.2.149

Obr.2.150

Při balení do kufru se dva štítky (3) umístí na kufr. Do kufru (1) se umístí dvě hradící tyče (4), předmontáž boční stěny (2) (obr.2.152), jednotka, smotek kabelu, konec přípojky (8) se vloží do vrchní části trubky na předmontáž boční stěny (obr.2.153). Součástky předmontáže (7) se umístí do zadní části plastového kufru, na kabel (obr.2.154). Předmontáž návodu k obsluze (6) se umístí do dvou svorek na vnitřní straně víka kufru (obr.2.155). Víko kufru se zavře a zajistí pomocí dvou spon vpředu. Uchopí se balící kartón (5), který se orazítkuje, nalepí se rychlostní štítek (10) a štítek s čárovým kódem (9). Kufr se zabalí do balícího kartónu (obr.2.156) a celá jednotka se uloží na paletu podle platných balících a skladovacích předpisů.



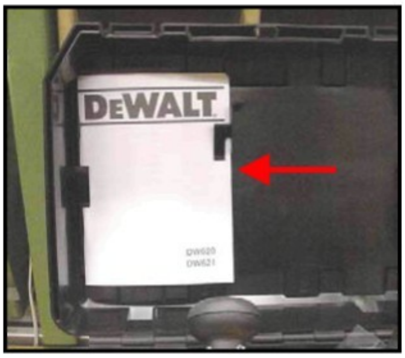
Obr.2.151:
1. Kufr na nářadí
2. Předmontáž boční stěny
3. Štítek na kufr
4. Hradící tyče (2x)
5. Balící kartón
6. Návod k obsluze
7. Předmontáž - součástky
8. Přípojka
9. Štítek čárovým kódem
10. Rychlostní štítek



Obr.2.152

Obr.2.153

Obr.2.154



Obr.2.155

Obr.2.156

Stanoviště37.– Umístění a zavaření doplňkových dílů do sáčku

Jednotlivé součásti se postupně všechny vloží do sáčku. Nezavařená část sáčku se vloží do svářečky a svaří (obr.2.157). Přejde se na další stanoviště.

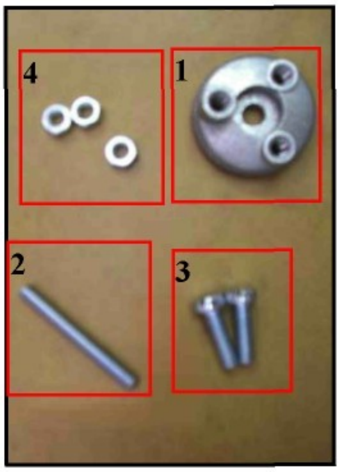
Obr. 2.157

Stanoviště41.– Umístění manuálu do sáčku

Uchopí se návod k obsluze, do kterého se vloží záruční list a nákres výrobku. Návod k obsluze se vloží do sáčku. Přejde se na další stanoviště.

Stanoviště36.– Montáž revolverové hlavy

Uchopí se základna revolverové hlavy (1), umístí se do přípravku a pákou zajistí. Zároveň se uchopí šroub s hlavou (3) a matička (4), matička se našroubuje na šroub a obojí se pomocí šroubováku zašroubuje do základny. Stejný postup se opakuje s druhým šroubem. Zároveň se uchopí šroub (2) a matička, matička se našroubuje na šroub. Obojí se pomocí klíče seřídí a zašroubuje do základny (obr.2.159). Přejde se na další stanoviště.



Obr.2.158:
1. Základna revol. hlavy
2. Šroub
3. Šroub s hlavou (2x)
4. Matička (4x)

Obr. 2.159

Montáž na stanovištích vyžaduje vysokou kvalifikaci operátorů a standardizaci práce. Správnost montáže na většině stanovišť je ve velké míře závislá na pozornosti operátora. Přesto je použito lisovacích přípravků zajišťující dokonalé a přesné lisovaní s vyloučení chyby v případě změny montáže typu výrobku. Dalšími takovými prvky jsou změny ve vnitřním řešení plastového krytu výrobku.

2.2.3 Analýza současného výrobního času

Čas montáže na jednotlivých pracovištích byl měřen pomocí digitálních stopek. Každé stanoviště montážní linky bylo rozděleno na jednotlivé pracovní úseky. Každý úsek byl měřen samostatně a zapisován do předem připravené tabulky celkem desetkrát. Nejvyšší a nejnižší naměřená hodnota byla škrtnuta. Z následných hodnot byl vypočítán aritmetický průměr hodnot, s kterým se dále počítalo při analýze

současného stavu i při návrzích nového uspořádání montážní linky. Přehled konečných naměřených a vypočítaných hodnot dává tabulka v příloze 3. Tabulka v příloze 3(část 1) je pro hlavní montáž a tabulka v příloze 3 (část 2) pro předmontáž.

V tabulkách jsou jednotlivé pracovní úseky stručně charakterizovány prováděnou činností, očíslovány podle místa stanoviště kde jsou vykonávány a je zde zapsána jejich časová náročnost, a to buď v minutách nebo v sekundách. Dále jsou zde uvedeny vedlejší časové úseky (označené v), potřebné na přemístění ke vzdálenějším stanovištím, zejména předmontáží (označené p) nebo jsou to časy nutné k přemístění operátora na začátek jeho pracovního cyklu. Časové úseky pro přemístění ke stanovišti předmontáže jsou sníženy podle počtu vyrobených kusů po přemístění operátora na toto stanoviště. Časy na přemístění na stanoviště předmontáže č.33, 35, 36, 37, 38, 39 a 41 jsou děleny celkovým počtem naplánované výrobní dávky, časy na přemístění stanoviště předmontáže č.30, 31, 34 jsou děleny poloviční denní výrobní dávkou. Každému operátorovi jsou jednotlivé úseky přiděleny tak, jak je skutečně vykonává. Sečtením všech časů úseků operátora se vypočítá celkový čas práce operátora na jednom výrobků, tzv. Čas cyklu , a to buď na hlavní montážní výrobě a nebo při výrobě předmontáží.

$$CC = \sum CU \qquad (3)$$

CC .... Čas cyklu [min, s]
CU .... Čas úseku [min, s]

V tabulce hlavní montáže je z naměřených hodnot časů práce operátorů nejdůležitější největší (maximální) čas cyklu práce operátora. Tento čas je rozhodující i pro ostatní operátory, protože přesto že jejich čas cyklu je nižší, jsou nuceni přizpůsobit se maximálnímu času cyklu a počkat než je výrobek zhotoven předchozím operátorem.

V tabulce předmontáže je z naměřených hodnot časů práce operátorů také nejdůležitější největší (maximální) čas cyklu práce operátora. Ostatní operátoři nejsou závislí na tomto času, protože každá předmontáž je montována jako samostatný kus výroby a ostatní výrobky předmontáže nejsou na sobě závislé. Výjimkou je pouze závislost mezi stanovišti předmontáže 39 a 35, předmontáž 35 je závislá na zkompletování výrobku na stanovišti 39. Protože předmontáž 39 má kratší čas úseku na zkompletování, než je čas useku pro zkompletování předmontáže na stanovišti 35, výslednou předmontáž na stanovišti 35 neovlivní. Maximální čas

cyklu práce operátora (1,16 min) je tedy nejdelší čas potřebný na zhotovení všech dílů předmontáže jednoho výrobku.

2.2.5 Analýza současného stavu rozpracovatelnosti výroby

Jak již bylo uvedeno, na lince jsou součásti předmontáže vyráběny na konci směny. Tyto výrobky jsou následně přeneseny na stanoviště hlavní montáže, kde jsou následující den zpracovány. Tímto postupem součásti zůstávají neúměrně dlouhý čas v oběhu výroby, čímž se prodražuje celá výroba. Počet, místo hromadění a který operátor součásti montuje je ukázán v příloze 1. Průběžný čas výrobní dávky se vypočítá, jestli že se sečte čas na zhotovení všech součástí předmontáže, čas kdy součásti leží v zásobnících a pracnost na výrobu všech kusů v části hlavní montáže.

$$CPD = CP + Z + PDH \tag{4}$$

CPD......Průběžný čas výrobní dávky [h]
CP.........Čas na zhotovení součástí předmontáže [h]
Z...........Čas umístění součástí v zásobnících [h]
PDH......Pracnost výrobní dávky v části hlavní montáže [h]

$$CC = 1{,}5 + 16 + 4{,}18 = 21{,}68\text{h}$$

Čas na zhotovení součástí předmontáže se vypočítá, jestliže se maximální čas cyklu předmontáže násobí denní výrobní dávkou.

$$CP = \frac{MCP \cdot VD}{60} \tag{5}$$

CP.........Čas na zhotovení součástí předmontáže [h]
MCP.....Maximální čas cyklu předmontáže [min]
VD........Výrobní dávka [ks/den]

$$CP = \frac{1{,}16 \cdot 78}{60} = 1{,}5\text{h}$$

Čas umístění součástí v zásobnících (Z) odpovídá času kdy nejsou operátoři v práci a na lince se nevyrábí (16h).

Pracnost výrobní dávky v části hlavní montáže se vypočítá, jestliže se čas maximálního cyklu násobí denní výrobní dávkou .

$$PDH = \frac{MCH \cdot VD}{60} \tag{6}$$

PDH......Pracnost výrobní dávky v části hlavní montáže [h]
MCH....Maximální čas cyklu v části hlavní montáže [min]
VD........Výrobní dávka [ks/den]

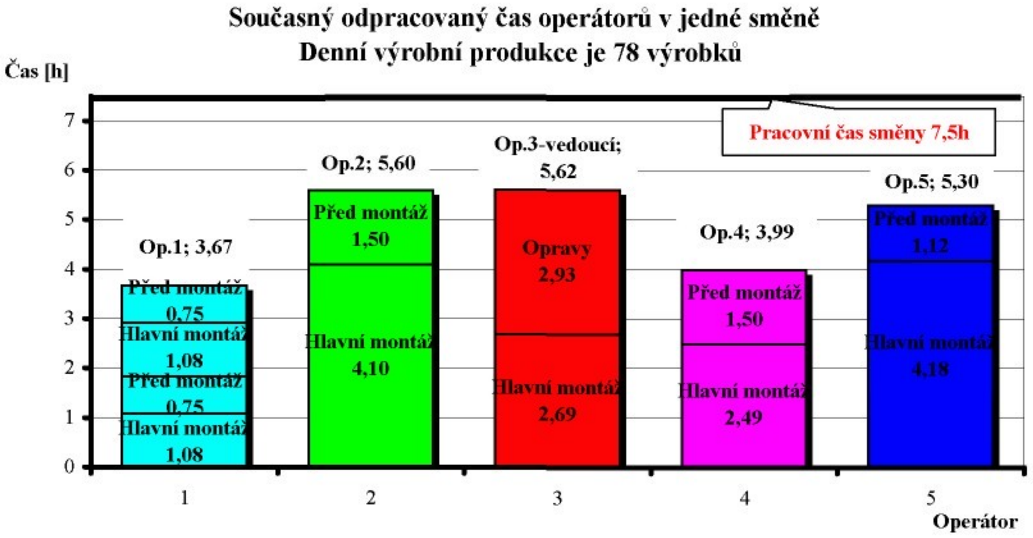
$$PDH = \frac{3{,}22 \cdot 78}{60} = 4{,}18\text{h}$$

2.2.4 Vyvážení práce operátorů na lince

V současnosti na lince pracuje pět operátorů. Každý operátor obsluhuje více stanovišť a to tak, aby byl čas práce každého operátora co nejvíce vyvážen s časy ostatních operátorů. Pohyb jednotlivých operátorů ukazuje nákres v příloze 2. V nákresu jsou pro lepší přehlednost pohyby jednotlivých operátorů po lince rozlišeny barevně a stejné barevné rozlišení je použito v tabulce času práce a grafu. Pohyb operátorů v části hlavní montáže znázorněn plnou čarou a pohyb operátorů v části předmontáže čárkovanou čarou.

Bohužel rozmístění jednotlivých montážních stolů neumožňuje efektivní a flexibilní vyvážení linky. Jak z naměřených časů vyplývá operátor 1 a 4 je nedostatečně vytížen oproti ostatním operátorům. Operátor 3. je vedoucí skupiny a jeho pracovní čas je do značné míry ovlivněn velikostí času na opravy. U operátora 5. se čas mění podle způsobu balení, druhu vyráběného typu výrobku, s tím souvisejícího počtu doplňků umísťovaných do krabice nebo kufru a samozřejmě také velikostí znečištění výrobku. Nejhorší je velikost čas cyklu u operátora 2. Vzhledem k postavení linky je téměř nemožná výpomoc od ostatních operátorů. Ostatní operátoři by museli při každém výrobním cyklu překonávat neúměrně dlouhé přechodové vzdálenosti, čímž by se prodlužovala pracnost výrobku, docházelo by k nepohodlným pravidelným přechodům , dřívější únavě dělníků a snižovala by se jejich výrobní produktivita.

Názorně lze vyvážení práce operátorů znázornit pomocí grafu závislost celkového času směny a jednotlivý operátorů. (viz obr.2.160)



Obr.2.160

Výrobní toky hlavní části montáže se před operátorem 3 slučují a proto lze z grafu vyčíst, že se před operátorem 3 hromadí výrobky od operátora 1 a operátor 2 nemůže stihnout čas cyklu operátora 1. Operátor 1 přechází po zhotovení poloviční denní výrobní dávky ke stanovištím předmontáže a tak se rozdíl v počtu nahromaděných výrobků mezi operátory 1 a 2 téměř vyrovná. Po zhotovení poloviční denní dávky se nahromadí před operátorem 3 asi o 4 výrobky více od operátora 1. Operátor 3 (vedoucí skupiny) má nižší pracovní cyklus než operátor 2 a proto stihne zpracovat všechny výrobky a zároveň vypomoci v případě nenadálé situace. Operátor 4 má nižší pracovní cyklus než operátor 2 a proto je nedostatečně vytížen, bude čekat na hotové výrobky a čas než předání výrobku operátorovi 5 se prodlouží. Čas cyklu operátora 5 je nejvyšší, proto jeho čas udává čas taktu v hlavní části montáže.

Z grafu lze vyčíst, že všichni operátoři jsou nedostatečně vytíženi vzhledem k celé délce pracovní směny. Pracovní vytíženost operátora 1 a operátora 4 je dokonce téměř poloviční pracovního času směny operátorů. Už z prvního pohledu na graf je zřejmé, že na lince pracuje více operátorů než je nutné.

2.2.5 Materiálový tok současného stavu

Materiálový tok zobrazuje nákres v příloze 4. Při analýze současného stavu byla brána pozornost zejména větším kusům, jejím vzdálenostem a překážkám k doplňování na stanoviště. Na pracovišti současné montážní linky je uloženo mnoho součástí, které nejsou nutné k okamžité výrobě. Některý materiál je zde uložen i několik dní. Umístění jednotlivých materiálů mnohdy neodpovídá nejlepšímu umístění a vzdálenost na doplnění je příliš dlouhá. Celková analýza materiálového toku by si zasloužila určitě více pozornosti, ale to není hlavním úkolem této práce.

3. Návrh změn montážní linky a dispoziční řešení.

3.1 Zachování současného dispozičního řešení linky – varianta A

3.1.1 Volba počtu operátorů

Jak z analýzy současného stavu linky vyplývá, operátoři zvládnou vyrobit naplánovanou výrobní dávku za kratší čas, než je čas směny a proto první změnou je snížení počtu operátorů pracujících na lince.

Maximální možný počet operátorů pracujících na lince tak, aby stihli vyrobit danou výrobní dávku, lze vypočítat podle vztahu.

$$PO = \frac{\sum OC}{PCS}$$

PO .... Počet operátorů
OP .... Odpracovaný čas operátora [h]
PCS ...... Čas směny bez přestávek [h]

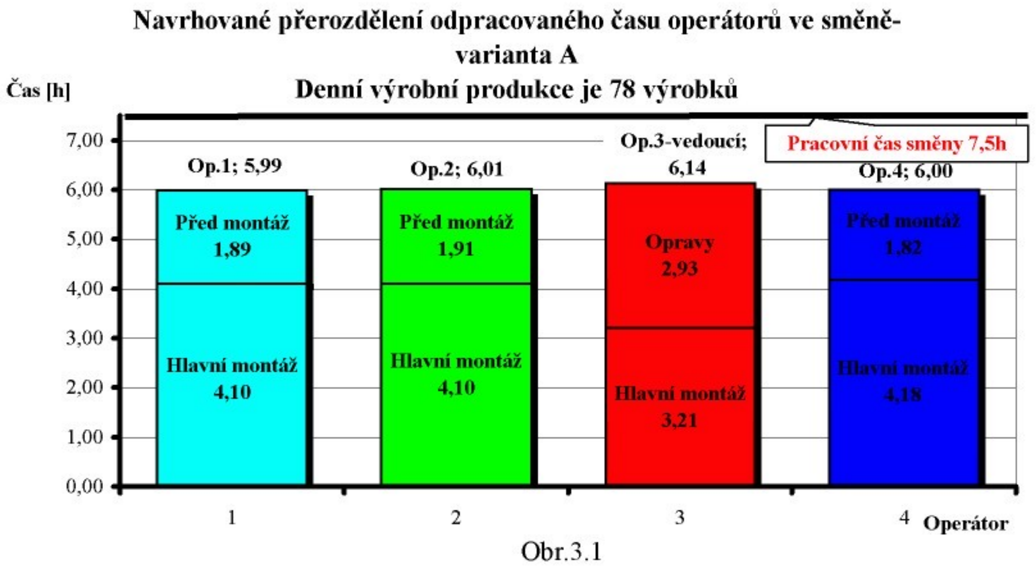
(7)

$$PO = \frac{3{,}67 + 5{,}6 + 5{,}62 + 3{,}99 + 5{,}3}{7{,}5} = 3{,}22 \Rightarrow 4 \text{ operátoři}$$

Na lince budou pracovat čtyři operátoři. Následuje přerozdělení jednotlivých pracovních úkonů jednotlivým operátorům.

3.1.2 Upravení času cyklů

Operátoru 1 se přidělí pracovní úkony operátora 3, kromě pracovního úkonu na stanovišti 15 a oprav a operátoru 3 se přidělí hlavní pracovní úkony operátora 4, kromě úkonů na stanovištích předmontáže. Operátor 4 nebude na lince pracovat. Pracovní úkony na stanovištích předmontáže jsou přerozděleni jednotlivým operátorům podle možností maximálního vyvážení práce na lince. Pohyb jednotlivých operátorů ukazuje nákres v příloze 6 a přehled vyvážení linky dává graf na obr.3.1.



Obr.3.1

Přerozdělením pracovních úkonů došlo zejména k vyvážení odpracovaného času jednotlivých operátorů a také se zvýšilo celkové větší využití pracovní směny. Vyvážením času cyklů operátorů 1 a 2 se odstranilo hromadění výrobků před operátorem 3. Čas cyklu operátora 3 je v části montáže hlavní části nejnižší, ale s přihlédnutím na nutný čas oprav a výpomoci ostatním pracovníkům, není důležitý. Čas cyklu operátora 5 je nejvyšší, proto jeho čas udává čas taktu v hlavní části montáže.

3.1.3 Výpočet maximální efektivity linky a využití časového fondu operátorů

Z grafu obrázku 3.1 lze vyčíst, že operátoři jsou stále nedostatečně vytíženi vzhledem k celé délce pracovní směny. Pracovníci musí být ke konci směny přesunuty na jinou montážní linku a nebo je možné lepším plánováním zvýšit denní výrobní dávku, vytížit tak maximálně operátory po celý pracovní čas směny a zvýšit efektivitu linky. Maximální možnou výrobní dávku, kterou jsou operátoři schopni vyrobit lze vypočítat podle vztahu.

$$VD = \frac{PCS \cdot PO \cdot 60}{PV} \tag{8}$$

VD........ Výrobní dávka [ks/den]
PCS ...... Čas směny bez přestávek [h]
PO .... Počet operátorů
PV .... Pracnost výrobku [min]

$$VD = \frac{7{,}5 \cdot 4 \cdot 60}{21{,}45} = 83{,}9 \Rightarrow 83\,\text{ks}$$

Při výrobní dávce 83kusů za směnu by byla efektivita linky maximální a zároveň využití časového fondu operátorů při dané pracnosti nejvyšší.

3.1.4 Analýza navrhovaného stavu rozpracovatelnosti výroby

Přerozdělením pracovních úkonů v hlavní části linky jsou součásti předmontáže stanovišť č.30, 31, 34 montovány pouze jednou na konci směny. Snížením počtu operátorů a přerozdělením jejich času cyklů nedošlo k celkovému snížení času produkce. Průběžný čas se dokonce zvýšil na 22,09h, protože v důsledku nižšího počtu operátorů se zvýšil maximální čas cyklu práce operátora (1,91 min) potřebný na zhotovení všech dílů předmontáže jednoho výrobku. Výhodou je odstranění hromadění součástí v části hlavní montáže.

3.2 Návrh nového dispozičního řešení

Všechny návrhy nového dispozičního řešení jsou řešeny pro dvě různé naplánované denní výrobní množství, jiný počet operátorů a z čehož také vyplývá jiný čas taktu linky. První zvolené výrobní množství je 75 výrobků/den, kterému odpovídá čas taktu 6min (360s) a druhé 100 výrobků/den kterému odpovídá čas taktu 4,5min (270s). Množství vyráběných výrobků je následně upraven tak, aby efektivita linky byla teoreticky maximální.

3.3 Rozmístění linky do tvaru U – varianta B

3.3.1 Popis uspořádání linky

Uspořádání montážní linky do tvaru U je z hlediska efektivity spolupráce operátorů a flexibilitě ke změně objemu vyráběné dávky nejvýhodnější. Při přeuspořádaní linky nastává problém s dvěma různými výrobními toky, které se slučují v jeden. Aby nemusel výrobek z jednoho stanoviště na druhé přenášet operátor, umístí se pro přepravu mezi tyto dvě stanoviště pásový dopravník. (viz, příloha 8). Montážní linka se v místech kde je umístěn pásový dopravník předsune směrem dovnitř U tvaru linky. Dopravník je tedy umístěn z druhé strany, než probíhá samotná montáž operátory. Takové umístění je výhodné, protože nebrání v pohybu operátorům při práci a umístění výrobků na dopravník pokračuje přímočaře ve směru výrobního toku. Na konec dopravníku je umístěna stěrka, která sráží výrobky na skluz, kde se výrobky zastaví a jsou odebrány operátorem. Jako vhodný dopravník byl vybrán např. pasový dopravník TB firmy Montech (obr.3.2)

Na začátek a konec dopravníku je umístěna světelná závora, která spouští a vypíná pohyb dopravníku, např. světelná závora ČSN EN 954-1 firmy Siemens.

Základní parametry	
Ryclost	0,1 až 60 m/min
Délka	5000 mm
Šířka	150 mm

Tab.3.1

Obr.3.2
Pasový dopravník TB

Dále došlo k přerozdělení stanovišť na jednotlivých stolech tak, aby byl výrobek montován postupně za sebou, podle metody montáže jednoho kusu a odstranil se problém s přenášením výrobků předmontáže v bedýnkách. Tam kde nebylo možné použít stoly stávající montážní linky byly navrženy nové a k nim příslušné zásobníky a skluzy materiálu.

V části linky montáže statoru byl odebrán stůl na předmontáž zámků hřídele, předmontáž zámku hřídel byla přesunuta na stůl na místo s původní montáží č.10. Stanoviště 10 bylo posunuto na místo původního stanoviště 11 a stanoviště 11 bylo umístěno na nový stůl spolu s předmontážemi č.33,34,36. Lisy na stanovištích 8 a 9 musela být navzájem přemístěna, protože se obrátil výrobní tok na tomto stole. V části montáže rotoru byly odstraněny oba zásobníky materiálu. Byl navržen jeden dvoupatrový zásobník materiálu např. od firmy Regaz, čímž se zkrátí přechodová dráha operátorů a ušetří pracovní prostor. Vejde se do něj materiál pro 50 výrobků, tak že by se s objemem produkce do 100ks/den musel doplňovat pouze dvakrát za směnu. Místo dvou stolů pro stanoviště 6 byl umístěn jeden nový. Jeden stůl byl použit pro přemístěné stanoviště 15 a druhý byl odebrán. Na místo stanoviště 15 byl umístěn vyrovnávací test. V části balení byly odebrány některé stoly, které se používaly, protože se zde hromadily výrobky. Ze stejného důvodu byl stůl pro čištění výrobků zkrácen, také sem byla umístěna montáž upínacího pouzdra ze stanoviště 15 a následkem bylo prodloužení pracovního času úkonu na stole pro čištění o 3 sekundy. Na stůl kde byly původně umístěny stanoviště 36 a 37 byly umístěny předmontáže č.37, 40, 41. Dřevěný stůl se stanovišti 30,31 byl vyměněn za hliníkový. Na stoly se stanovišti 30,31 a 35,39 byly umístěny kolečka, aby si mohly vzájemně vyměnit pozice v případě potřeby se změnou počtu operátorů pracujících

na lince a jejich snazšímu vyvážení času pracovního cyklu. Aby mohly být na nohy stolů umístěna kolečka, musí být provedena následující úprava. Na konci každé nohy je našroubována patka, která se odstraní a noha je zkrácena o rozdíl mezi výškou kolečka a patkou tak, aby byla zachována výška stolu. Kolečko je zkonstruováno s vnitřním závitem, do kterého se našroubuje šroub M12 a obojí se zašroubuje do nohy stolu. Jako vhodná kolečka byla vybrána např. kolečka s brzdou, nosnost 50kg firmy RS Components Ltd. (obr.3.3).

Obr.3.3
Kolečka stolu

3.3.2 Rozdělení času cyklů operátorům

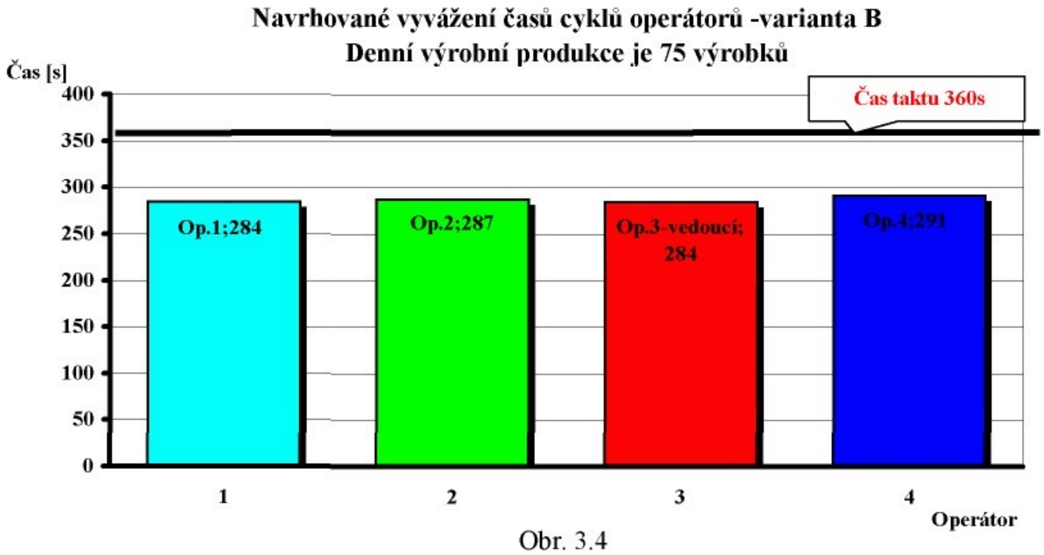
Časy cyklů jsou voleny s přihlédnutím na maximální vyvážení práce a minimální přechody operátorů.

Výrobní dávka 75 výrobků/den

Pro výrobní dávku 75 ks/den jsou zvoleni čtyři operátoři. Přidělení pracovních úkonů operátorům zobrazuje tabulka v příloze 10 a pohyb operátorů v buňkách nákres v příloze 9. Tabulka se nijak zvlášť neliší od předchozí tabulky času práce, pouze přibyly některé další výpočty, které budou dále vysvětleny.

Jak je z tabulky a nákresu vidět operátoru 1 byly odebrány úkony předmontáže přidány úkony na stanovišti 11. Mezi pracovní úkony operátora 2 přibyly úkony stanovišť předmontáže. Hotové výrobky předmontáže ze stanovišť 30 a 31 jsou umístěny a na zásobníkový skluz, po kterém se výrobek sveze na opačný konec výrobní linky tak, že je operátor 4 může snadno použít k další montáži. Operátoru 3 přibyla předmontáž stanoviště 18, přenášení výrobku mezi testery. Výhodné umístění stanoviště oprav umožňuje okamžitou opravu součásti, ale zároveň nutí operátora k větší pozornosti, aby na stůl oprav neumísťoval i výrobky, které na něj nepatří. Operátoru 4 se především zkrátili vzdálenosti na přenášení součástí k balení.

Vyvážení pracovních cyklů operátorů ukazuje graf na obrázku 3.4.



Obr. 3.4

Z grafu je vidět, že vyvážení cyklů operátoru je téměř shodné. Také je zřejmé, že časový fond operátorů není zcela využit. Efektivita linky při tomto vytížení operátorů je 80,8%

$$EL = \frac{\frac{PV \cdot VD}{60}}{PO \cdot PCS} \cdot 100 \qquad (9)$$

EL......... Efektivita linky [%]
PV .... Pracnost výrobku[min]
VD........ Výrobní dávka [ks/den]
PO .... Počet operátorů
PCS ...... Čas směny bez přestávek [h]

$$EL = \frac{\frac{19,4 \cdot 75}{60}}{4 \cdot 7,5} \cdot 100 = 80,8\%$$

Pracnost výrobku se vypočítá podle vztahu.

$$PV = PO \cdot MCC \qquad (10)$$

PV .... Pracnost výrobku[min]
PO .... Počet operátorů
MCC..... Maximální čas cyklu [min]

$$PV = 4 \cdot 4,85 = 19,4\,\text{min}$$

Vyváženost práce operátorů na lince lze také ukázat pomocí tzv. Balanc indexu (Balance index) (BI).

$$BI = \frac{SC}{PV} \cdot 100 \qquad (11)$$

BI .... Balanc index [%]
SC......... Suma časů cyklu [min]
PV .... Pracnost výrobku[min]

$$BI = \frac{19,1}{19,4} \cdot 100 = 98,5\%$$

Suma časů cyklů se vypočítá podle vztahu.

$$SC = \sum CC$$

SC......... Suma časů cyklu [min]
CC .... Čas cyklu [min]

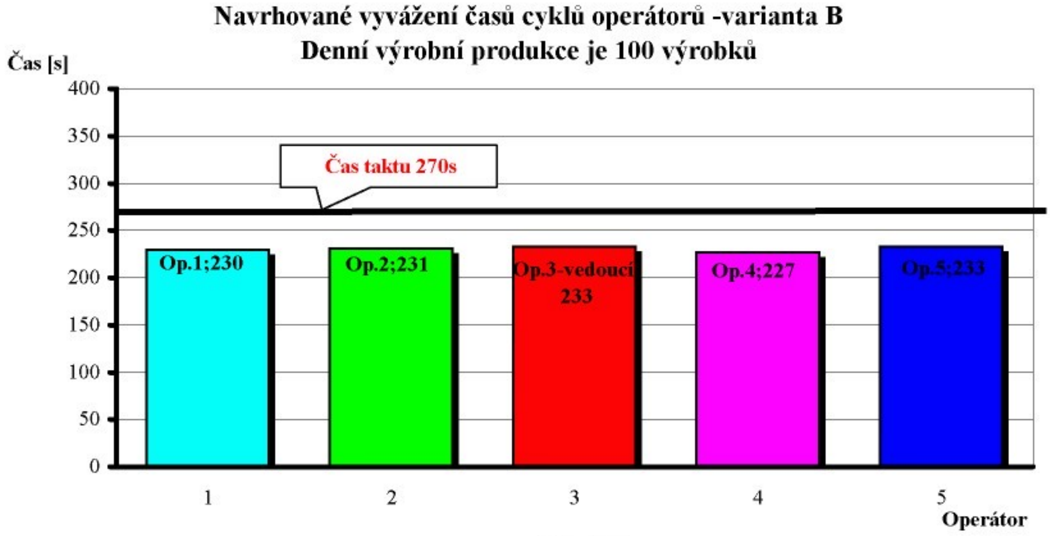
(12)

$$SC = 19,1\,\text{min}$$

Výrobní dávka 100 výrobků/den

Pro výrobní dávku 100ks/den je zvoleno pět operátorů. Přidělení pracovních úkonů operátorům zobrazuje tabulka v příloze 13 a pohyb operátorů v buňkách nákres v příloze 12.

Jak je z tabulky a nákresu vidět část práce operátora 1 byla přesunuta na operátor 4 a zároveň mu byly přiděleny některé úkony předmontáže za operátor 2. Navzájem se přemístily stoly 30,31 a 35,39 z důvodu snazší vyváženosti času cyklu operátora 2 a 5. Některé úkony operátora 3 byly dány operátoru 4. Operátoru 5 bylo přiděleno více úkonů předmontáže, ale s menšími časovými nároky. Vyvážení pracovních cyklů operátorů ukazuje graf na obrázku 3.5.



Obr. 3.5

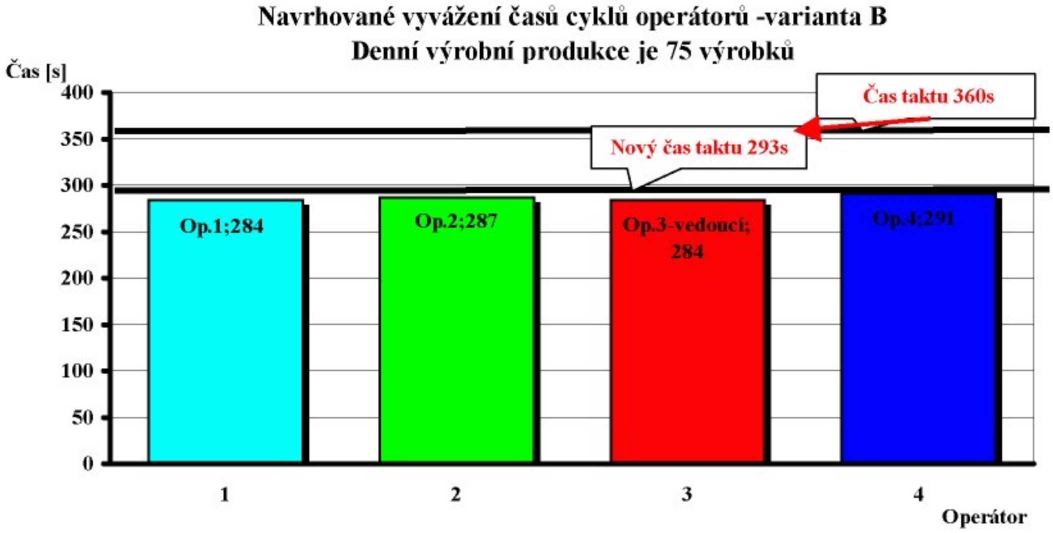
Časový fond operátorů je nedostatečně využit, ale vyváženost cyklů operátorů je dostačující. Efektivita linky je 86,3% Hodnota Balanc indexu je 99,1%.

3.3.3 Výpočet maximální efektivity linky

Zvýšením denní výrobní dávky, se zvýší efektivita linky a vytíženost pracovních cyklů operátorů.

Výrobní dávka 75 výrobků/den

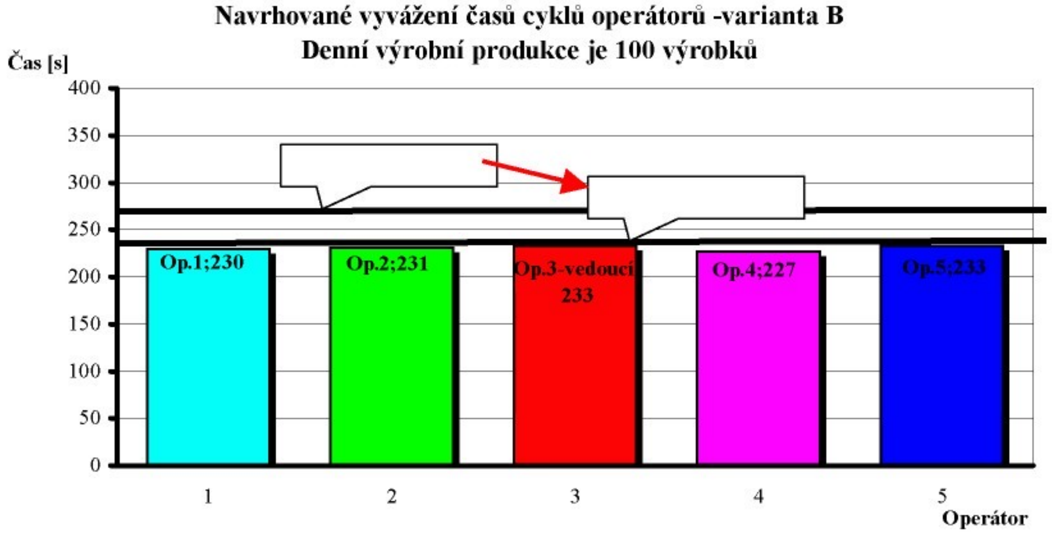
Výpočtem vyjde, že maximální možný počet který jsou operátoři schopni vyrobit při dané pracnosti je 92kusů a novém času taktu 4,89min (293s) (obr.3.6). Efektivita linky je 99,2%



Obr. 3.6

Výrobní dávka 100 výrobků/den

Výpočtem vyjde, že maximální možný počet který jsou operátoři schopni vyrobit při dané pracnosti je 115kusů a novém času taktu 3,91min (235s) (obr.3.7). Efektivita linky je 99,2%.



Obr. 3.7

3.3.4 Analýza rozpracovatelnosti výroby a materiálového toku

Přeuspořádáním linky do tvaru U a především umístění stanovišť předmontáže mezi stanoviště hlavní montáže došlo odstranění hromadění součástí předmontáže do následujícího dne. Navrhovaný průběžný čas na vyrobení současné vyráběné denní dávky se vypočítá podle vztahu.

$$CPD = \frac{MCC \cdot VD}{60} \qquad (13)$$

CPD......Průběžný čas výrobní dávky [h]
MCC.....Maximální čas cyklu [min]
VD........Výrobní dávka [ks/den]

Při čtyřech operátorech na lince je maximální čas cyklu 4,85 min a při pěti operátorech 3,88 min

$$CPD = \frac{4,85 \cdot 78}{60} = 6,3h \qquad CPD = \frac{3,88 \cdot 78}{60} = 5,04h$$

Průběžný čas na výrobu současné denní dávky se zkrátil v prvním případě o 15,38h a v druhém 16,64h.

Vyvážením času cyklu operátorů bylo odstraněno k hromadění výrobků na lince. Při nejhorší variantě dochází k nashromáždění maximálně 2 výrobků za směnu při objemu výroby 100ks/den před operátorem 5.

Materiálový tok zobrazuje nákres v příloze 14. Jednotlivé regály, palety a klece byli umístěny tak, aby vzdálenosti na zásobování byli co nejkratší. Celkový počet palet klesnul, protože na pracovišti byly skladovány materiály, které nebyly okamžitě použity. Větší díly které jsou zejména plastová motorová skříň, kabely elektriky, nosič, základní deska, rotor a stator jsou doplňování při objemu výroby do 100ks/den maximálně dvakrát za směnu.

3.4 Rozmístění linky do tvaru U, bez použití záběhového testeru – varianta C

3.4.1 Popis uspořádání linky

Tato varianta se principielně shoduje s variantou B, došlo zde především k odstranění záběhového testeru (viz. příloha 15,18). Zkušební tester lze přemontovat tak, aby se v něm prováděly oba testy. Variantu lze použít pouze do limitovaného objemu denní výroby.

$$VD = \frac{60 \cdot PK \cdot PCS}{CT}$$

VD........ Výrobní dávka [ks/den]
PK .... Počet komor
PCS ...... Čas směny bez přestávek [h]
CT .... Čas testování [min]

(14)

$$VD = \frac{60 \cdot 4 \cdot 7{,}5}{11} = 163{,}6 \Rightarrow 163 \text{výrobků}$$

Čas testování (CT) je součet časů na vykonání záběhového testu (2x5min) a zkušebního testu (1min). Maximální možný počet 163ks/den je podle plánování na následující rok naprosto dostačující.

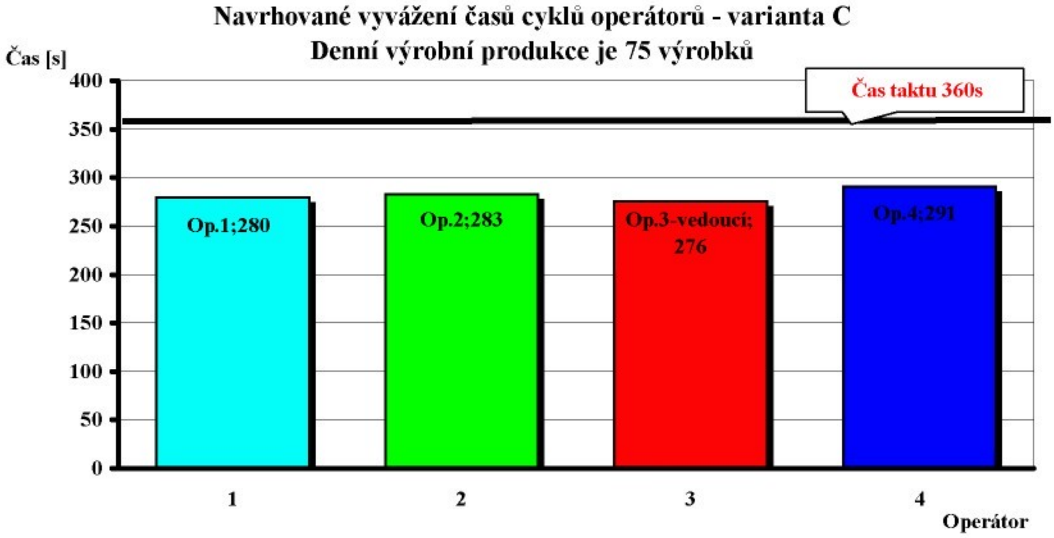
Stanoviště vedoucího a stanoviště předmontáží 37,40,41 byla přemístěna do středu montážní linky. Stanoviště předmontáží 30, 31 a 35, 39 byla přemístěna na konec výrobní linky.

3.4.2 Rozdělení času cyklů operátorům

Časy cyklů jednotlivých operátorů se zkrátily v důsledku částečného přeuspořádaní linky a zkrácení přechodových vzdáleností.

Výrobní dávka 75 výrobků/den

Operátoru 1 byl odebrán úkon na stanovišti 15, který byl dán operátoru 4 a přidány předmontáže na stanovišti 38 a 40. Operátoru 2 ubyla pouze předmontáž na stanovišti 40. Operátoru 3 byla odebrána předmontáž na stanovišti 38. Operátoru 4 se změnil pouze pohyb mezi stanovišti . Vyvážení pracovních cyklů operátorů ukazuje graf na obrázku 3.8.

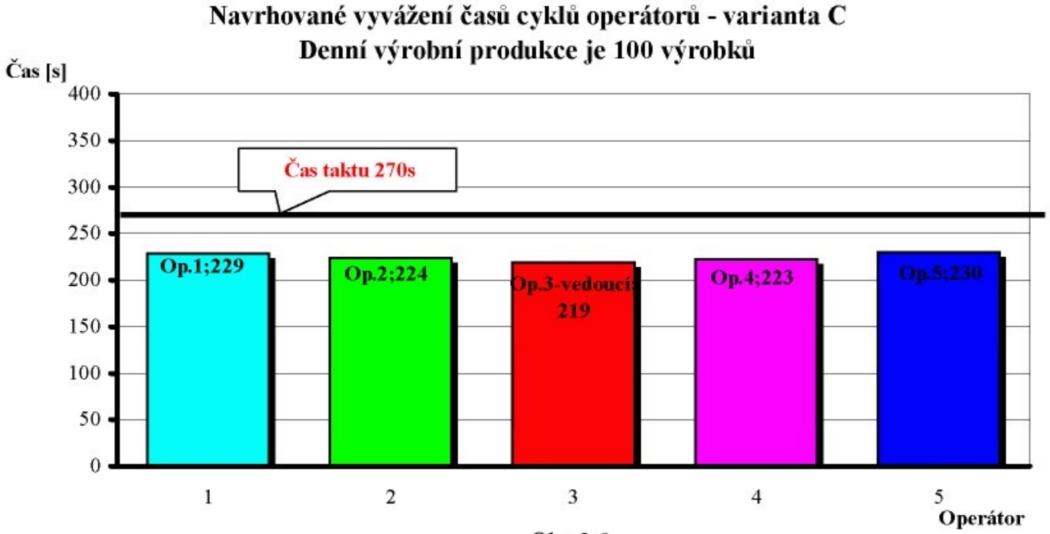


Obr. 3.8

Časový fond operátorů je nedostatečně využit. Vyváženost cyklů operátorů se zhoršila, ale rozdíl je přijatelný. Efektivita linky je 80,8%. Hodnota Balanc indexu je 97,1%.

Výrobní dávka 100 výrobků/den

Operátoru 1 byl přidán úkon na stanovišti 10 a odebrán úkon na stanovišti 34, které si vyměnil s operátorem 2. Operátoru 3 byly přeuspořádány úkony předmontáží přidán úkon na stanovišti 16 od Operátoru 4, kterému byla přidána předmontáž stanoviště 38. Operátoru 5 byly odebrány některé předmontáže. Vyvážení pracovních cyklů operátorů ukazuje graf na obrázku 3.9.



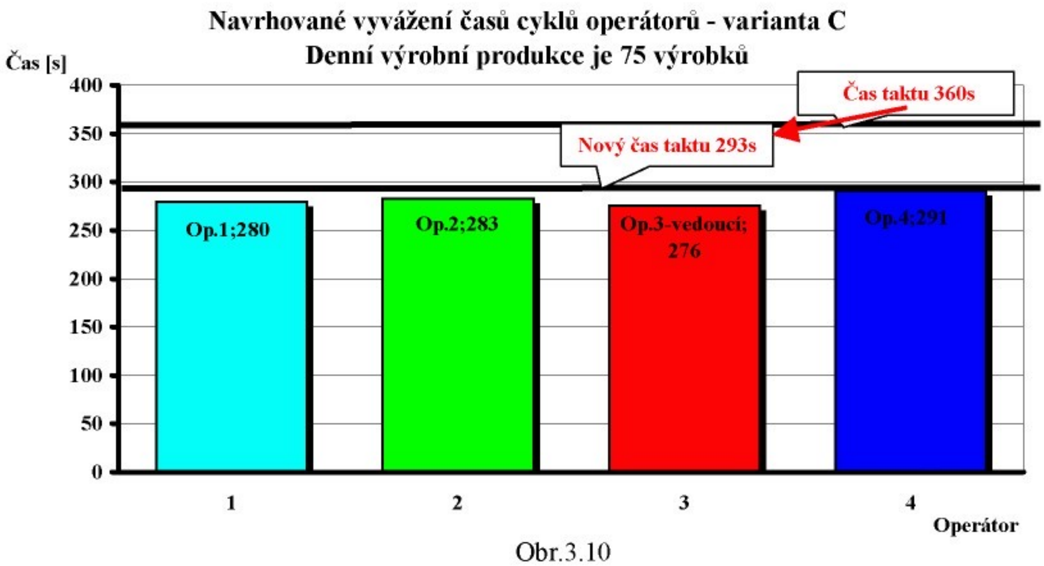
Obr.3.9

Časový fond operátorů je nedostatečně využit. Vyváženost cyklů operátorů se zhoršila, ale rozdíl je přijatelný. Efektivita linky je 85,2%. Hodnota Balanc indexu je 97,8%.

3.4.3 Výpočet maximální efektivity linky

Výrobní dávka 75 výrobků/den

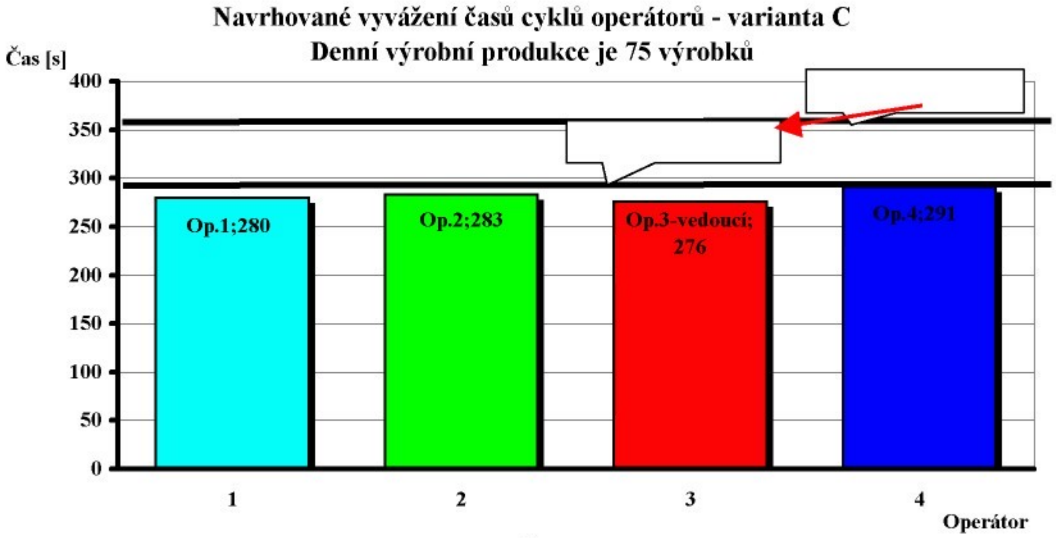
Výpočtem vyjde, že maximální možný počet který jsou operátoři schopni vyrobit při dané pracnosti je 92kusů a novém času taktu 4,89min (293s) (obr.3.10). Efektivita linky je 99,2%.



Obr.3.10

Výrobní dávka 100 výrobků/den

Výpočtem vyjde, že maximální možný počet který jsou operátoři schopni vyrobit při dané pracnosti je 117kusů a novém času taktu 3,85min (231s) (obr.3.11). Efektivita linky je 99,7%.



Obr.3.11

3.3.4 Analýza rozpracovatelnosti výroby,materiálového toku a ušetření prostoru

Vzhledem k podobnosti návrhů varianty B a C nedošlo k výrazným změnám rozpracovatelnosti.

Průběžný čas na výrobu současné denní dávky vyrobenou čtyřmi operátory je 6,3h a v případě výroby pěti operátory je 4,98h. V první případě se čas zkrátil o 15,38h a v druhém o 16,7h.

Při nejhorší variantě dochází k nashromáždění maximálně 3 výrobků za směnu při objemu výroby 100ks/den před operátorem 5.

Materiálový tok zobrazuje nákres v příloze 21 . Vzdálenosti nutné k doplnění materiálu do zásobníků zůstávají stejné jako ve variantě B.

Došlo k většímu zhuštění montážní linky a ušetření logistického prostoru asi o 22,8 m^2 , což odpovídá ušetření asi 19% z celkové plochy kterou zaujímá montážní linka.

3.5 Rozmístění linky do tvaru U se středním tokem – varianta D

3.5.1 Popis uspořádání linky

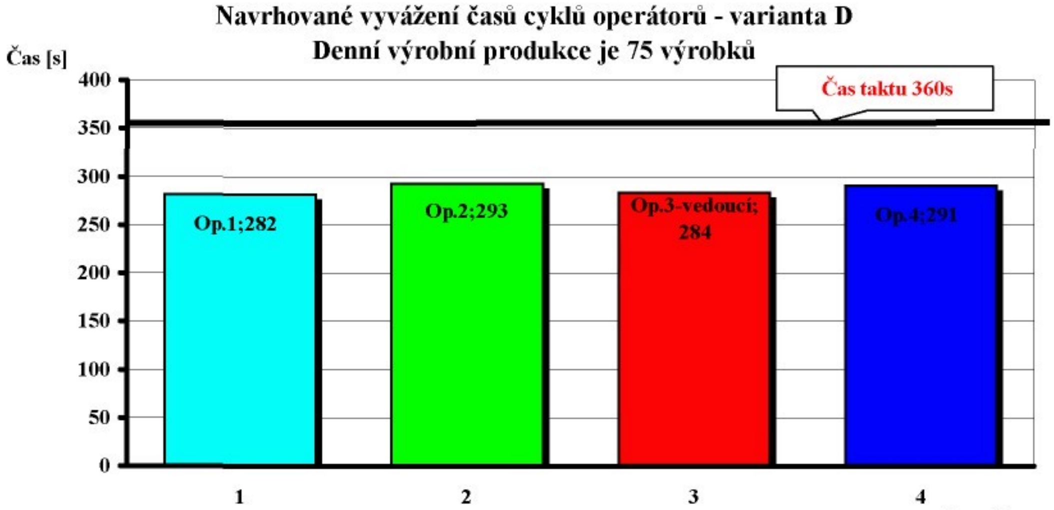
Montážní linka zůstala v uspořádání do tvaru U, ale část linky kde se montuje stator byla přesunuta do středu a montáž rotorů byla napojena na za kompletaci statorové a rotorové části (viz, příloha 22,25). Montážní stanoviště 2,3 a 4,5 se musí navzájem vyměnit tak, aby se změnil směr toku na těchto stolech. Ostatní stoly zůstaly ve stejné úpravě jako ve variantě B. Významnou změnou je nepoužití dopravníků, čím se ztratí většina výhod varianty B, především flexibilita montážní linky, ale ušetří se náklady na pořízení dopravníku. Nevýhodou je také ruční přenášení výrobku ze stanoviště 6 na stanoviště 12.

3.5.2 Rozdělení času cyklů operátorům

Časy cyklů jsou voleny podle stejných kritérií jako v předchozích variantách.

Výrobní dávka 75 výrobků/den

Pracovní úkony operátorů jsou shodné s variantou B, změnily se pouze časy nutné k přemístění a přenesení výrobku mezi stanovišti (obr.3.12).

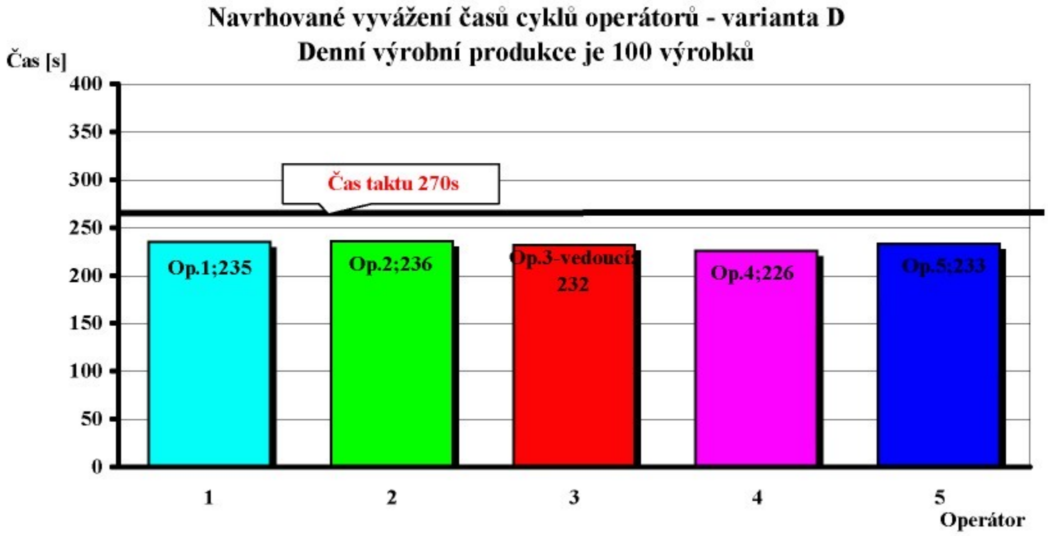


Obr.3.12

Časový fond operátorů je nedostatečně využit. Vyváženost cyklů operátorů je téměř shodná s variantou A. Efektivita linky je 81,4%. Hodnota Balanc indexu je 98,1%.

Výrobní dávka 75 výrobků/den

Pracovní úkony operátorů jsou téměř shodné s variantou B. Operátoru 1 byl přidán úkon na stanovišti 6, který vykonával operátor 4 a všem operátorům se prodloužily časy přechodů (obr. 3.13).



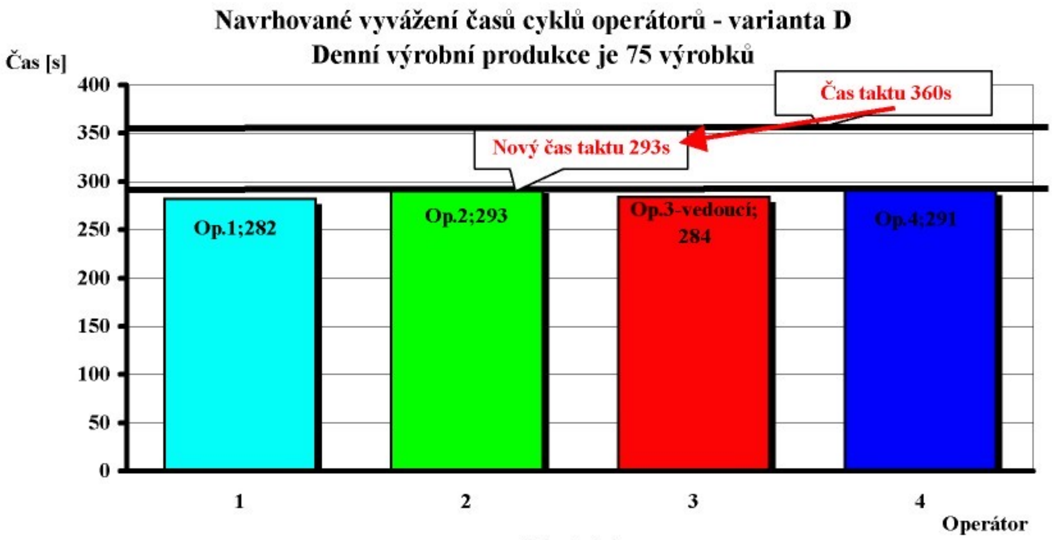
Obr.3.13

Časový fond operátorů je nedostatečně využit. Vyváženost cyklů operátorů je nižší oproti variantou B, ale dostačující. Efektivita linky je 87,4%. Hodnota Balanc indexu je 98,5%.

3.5.3 Výpočet maximální efektivity linky

Výrobní dávka 75 výrobků/den

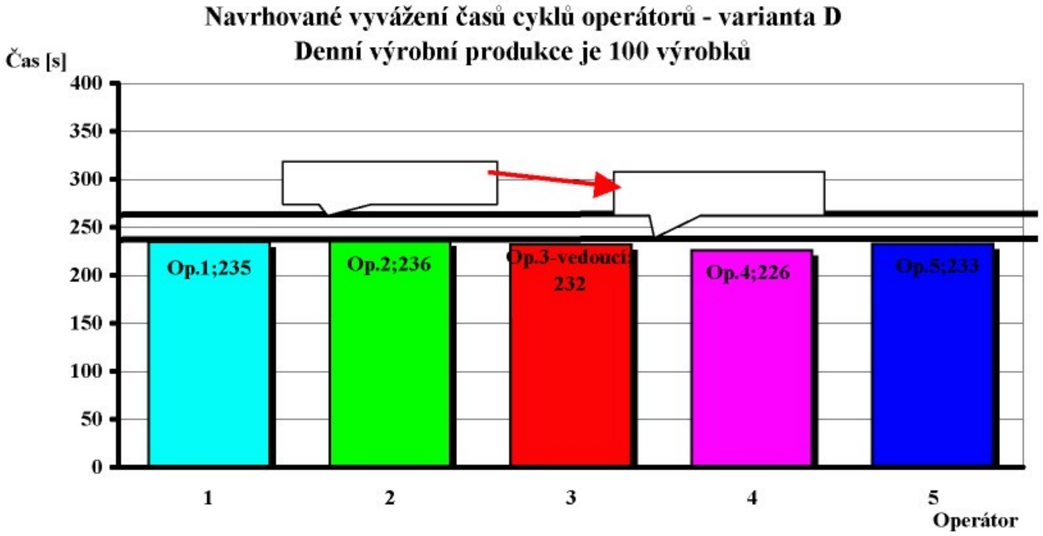
Výpočtem vyjde, že maximální možný počet který jsou operátoři schopni vyrobit při dané pracnosti je 92kusů a novém času taktu 4,89min (293s) (obr. 3.14). Efektivita linky je 99,6%.



Obr.3.14

Výrobní dávka 100 výrobků/den

Výpočtem vyjde, že maximální možný počet který jsou operátoři schopni vyrobit při dané pracnosti je 114kusů a novém času taktu 3,95min (237s) (obr.3.15). Efektivita linky je 99,8%.



Obr.3.15

3.3.4 Analýza rozpracovatelnosti výroby,materiálového toku a ušetření prostoru

Průběžný čas na výrobu současné denní dávky vyrobenou čtyřmi operátory je 6,34h a v případě výroby pěti operátory je 5,11h. V první případě se čas zkrátil o 15,34h a v druhém o 16,57h.

Při nejhorší variantě dochází k nashromáždění maximálně 4 výrobků za směnu při objemu výroby 100ks/den od operátora 1.

Materiálový tok zobrazuje nákres v příloze 28 . Umístění regálů, klecí a palet je uspořádáno podobně jako ve variantě B. Větší problémy se zásobováním by byly s částí montáže statorů, zejména se skříní motoru, ale vzhledem k nutnému zásobování dvakrát za směnu při objemu výroby 100 ks/den je zásobování přijatelné. Vzdálenosti nutné k doplnění materiálu do zásobníků se prodlužily pouze u zásobování statorové části linky, ostatní zůstávají stejné jako ve variantě B.

Došlo k většímu zhuštění montážní linky a ušetření logistického prostoru asi o 12,2 m^2 , což odpovídá ušetření asi 10% z celkové plochy kterou zaujímá montážní linka.

3.6 Rozmístění linky do tvaru U se středním tokem, bez použití záběhového testeru – varianta E

3.6.1 Popis uspořádání linky

Tato varianta se principielně shoduje s variantou D, byl v ní odstraněn záběhový tester, lze ji použít za stejných podmínek jako ve variantě C a pouze do limitovaného objemu denní výroby (163výrobků/den).

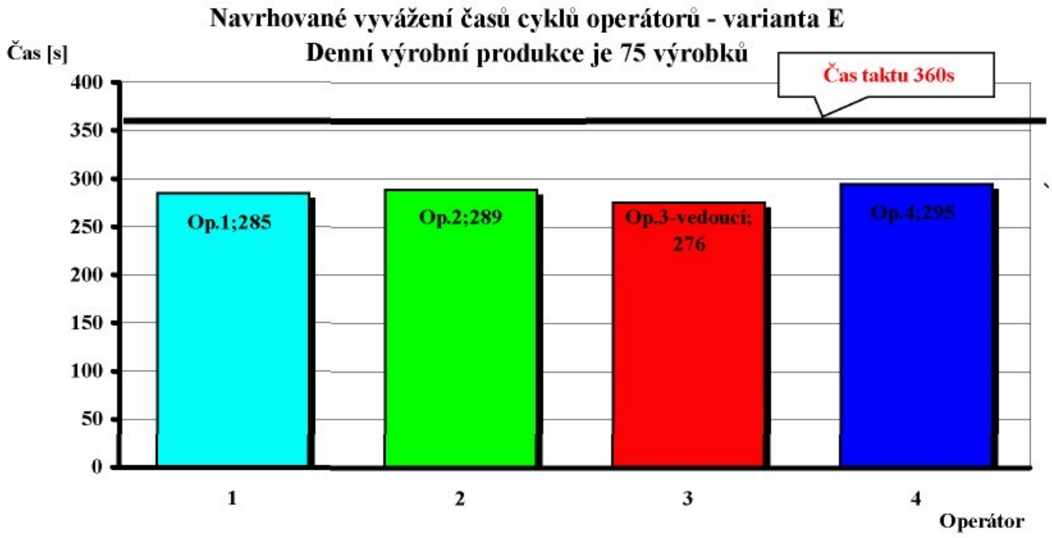
Odstraněním záběhového testeru došlo k posunu zkušebního testeru na místo záběhového, posunu stolů na čištění a balení, přemístění stolu oprav, stolu vedoucího pracovníka a přeuspořádání stolů předmontáže (viz. příloha 29, 32).

3.6.2 Rozdělení času cyklů operátorům

Časy cyklů některých operátorů se oproti variantě D zkrátily v důsledku částečného přeuspořádaní linky a zkrácení přechodových vzdáleností.

Výrobní dávka 75 výrobků/den

Oproti variantě D byly operátoru 1 přiděleny předmontáže stanovišť 38 a 40, které byly odebrány operátorům 2 a 3, a dále mu byl odebrán úkon na stanovišti 15, který byl přidělen operátoru 3. U operátora 4 se změnily pouze časy přechodů (obr.3.16).

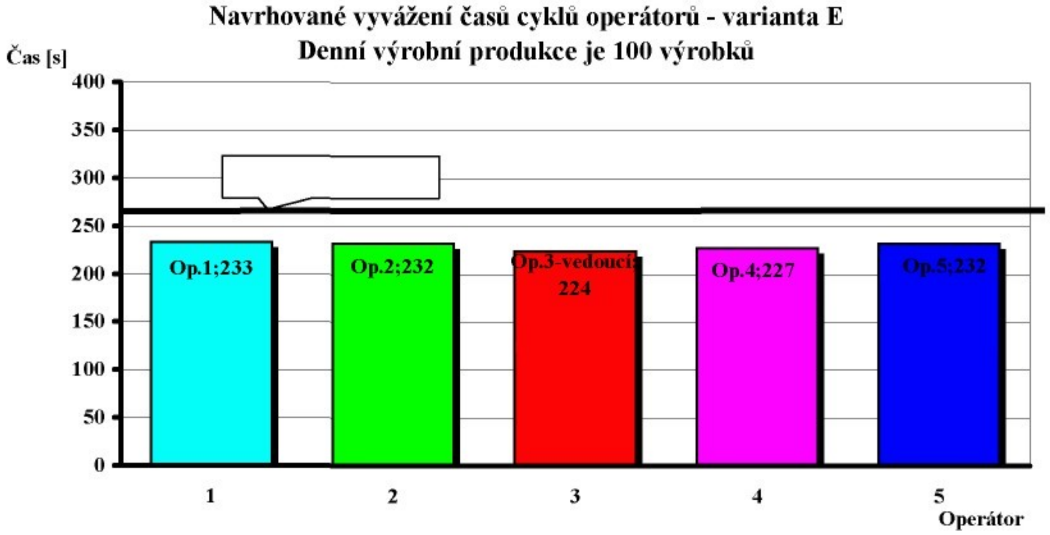


Obr.3.16

Časový fond operátorů je nedostatečně využit. Vyváženost cyklů operátorů je menší než u variantou D, ale dostačující. Efektivita linky je 81,9%. Hodnota Balanc indexu je 97%.

Výrobní dávka 100 výrobků/den

Oproti variantě D byly operátoru 1 odebrány některé úkony na stanovišti 6, které byly předány operátoru 4, stanoviště 34 bylo předáno operátoru 2 a přidán úkon na stanovišti 10 od operátora 2. Operátoru 3 byly odeprány úkony na stanovištích 31,38, které byly předány operátorům 4 a 5. Úkony na stanovištích 16, 17, 37, 40, 41 byly operátoru 3 přidány od operátorů 4 a 5 (obr.3.17).



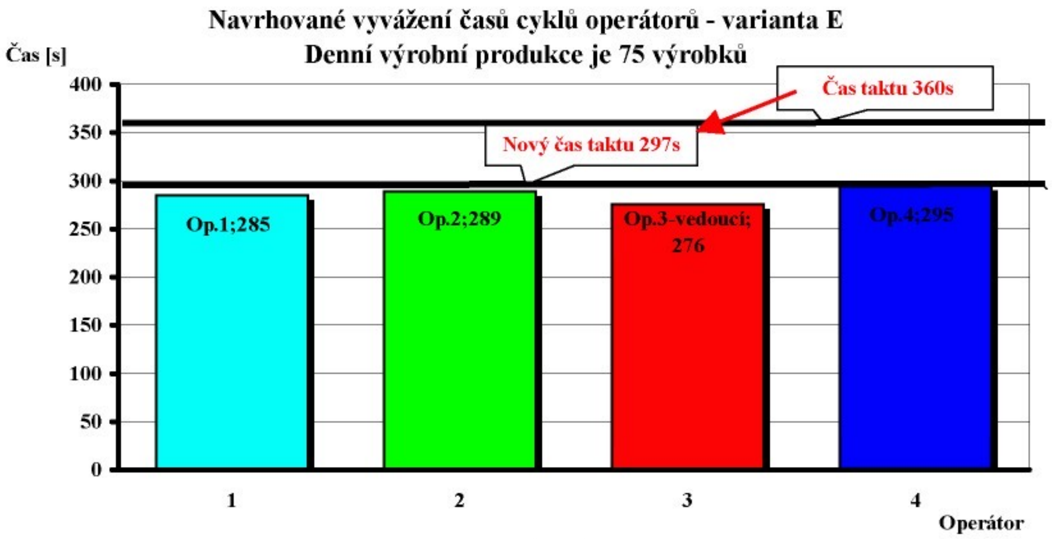
Obr.3.17

Časový fond operátorů je nedostatečně využit. Vyváženost cyklů operátorů je shodná s variantou D. Efektivita linky je 86,3%. Hodnota Balanc indexu je 98,5%.

3.6.3 Výpočet maximální efektivity linky

Výrobní dávka 75 výrobků/den

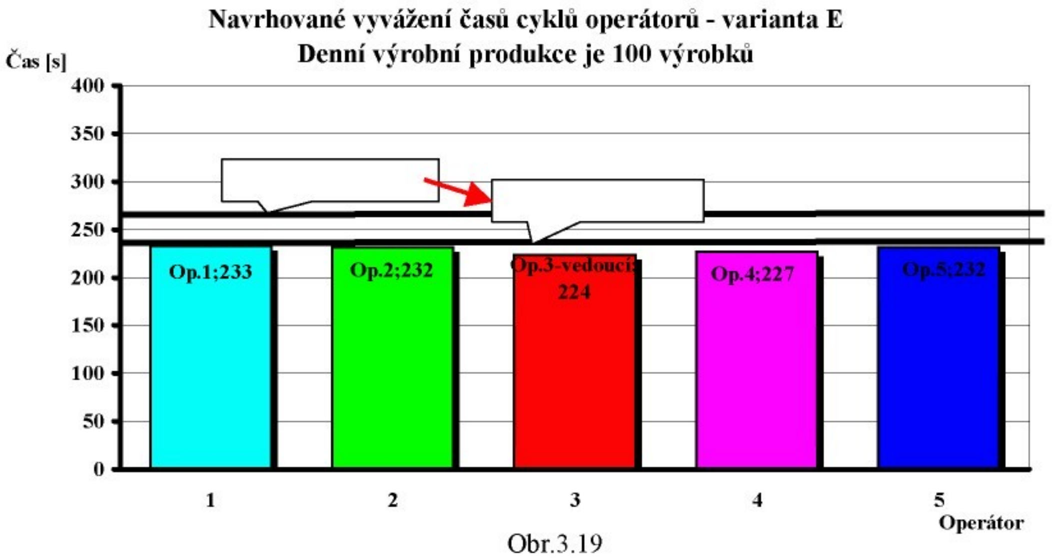
Výpočtem vyjde, že maximální možný počet který jsou operátoři schopni vyrobit při dané pracnosti je 91kusů a novém času taktu 4,95min (297s) (obr.3.18). Efektivita linky je 99,4%.



Obr.3.18

Výrobní dávka 100 výrobků/den

Výpočtem vyjde, že maximální možný počet který jsou operátoři schopni vyrobit při dané pracnosti je 115kusů a novém času taktu 3,91min (235s) (obr.3.19). Efektivita linky je 99,2%.



Obr.3.19

3.6.4 Analýza rozpracovatelnosti výroby,materiálového toku a ušetření prostoru

Průběžný čas na výrobu současné denní dávky vyrobenou čtyřmi operátory je 6,4h a v případě výroby pěti operátory je 5,04h. V první případě se čas zkrátil o 15,28h a v druhém o 16,64h.

Při nejhorší variantě dochází k nashromáždění maximálně 3 výrobků za směnu při objemu výroby 100ks/den před operátorem 5.

Materiálový tok zobrazuje nákres v příloze 35 . Umístění materiálu je podobné jako ve variantě D. Bude zde docházet k ještě větším problémům se zásobováním části montáže statorů, protože linka se levé části tvaru U na místě záběhového testeru uzavřela a s materiálem bude nutno překonávat větší vzdálenosti nebo se musí přendávat přes stanoviště 16.

Došlo k většímu zhuštění montážní linky oproti variantě D a ušetření logistického prostoru asi o 28 m^2 , což odpovídá ušetření asi 23% z celkové plochy kterou zaujímá montážní linka.

4. Zhodnocení projektu

4.1 Ekonomické zhodnocení

Tato část dává orientační a přibližnou představu o základních investicích a ročních úsporách jednotlivých variant projektu. K celkovému a přesnějšímu hodnocení by musela být zpracována kompletní ekonomická analýza.

4.1.1 Nové investiční náklady do jednotlivých variant

Ve variantě A, kde bylo zachováno současného dispozičního řešení linky nevzniknou žádné nové investice. V následujících čtyřech variantách byla linka značně změněna a proto zde nové investice vzniknou.

Varianta B a C

V obou variantách je linka přestavěna, musejí se zakoupit nové díly linky a vznikají náklady na přestavbu linky.

Pásový dopravník............1 x 60 000 = 60 000kč
Světelná závora ....2 x 500 = 1000kč
Pojezdová kolečka...........8 x 405 = 3240kč
Pracovní stůl....................3 x 20 000 = 60 000kč
Zásobník..........................2 x 1500 = 3000kč

cca 130 000kč + Cena práce na přestavění linky

Varianta D a E

Stejně jako ve variantách B a C jsou pracoviště linky přestavěny, musejí se zakoupit nové díly linky a vznikají náklady na přestavbu linky. Oproti variantám B a C vznikají nižší pořizovací náklady, protože není použit pásová dopravník a k němu nezbytná světelná závora.

Pojezdová kolečka...........8 x 405 = 3240kč
Pracovní stůl....................3 x 20 000 = 60 000kč
Zásobník..........................2 x 1500 = 3000kč

cca 70 000kč + Cena práce na přestavění linky

4.1.2 Roční úspory při použití jednotlivých variant

Zachování současného dispozičního řešení linky – varianta A

V této variantě jsem snížil počet operátorů z pěti na čtyři. Ušetřené roční náklady na jednoho operátora se vypočítají podle vztahu.

$$RNO = HNO \cdot SK \cdot CS \cdot 5 \cdot 46$$

$$RNO = 5{,}23 \cdot 30{,}24 \cdot 8 \cdot 5 \cdot 46 = 291\,006kč \qquad (15)$$

RNO ..... Roční náklady na operátora [kč]
HNO ..... Hodinové náklady na operátora [euro]
SK .... Směnný kurz [kč/euro]
CS .... Čas směny [h]
5 .... počet pracovních dní v týdnu
46 .... počet pracovních týdnů

Varianty B, C, D, E

U všech variant vzniká hlavní podíl v ušetření nákladů díky snížení pracnosti výrobku a snížení průběžného času o 16h (Čas umístění součástí v zásobnících). Roční čas umístění součástí v zásobnících je 3 680h.

$$RZ = Z \cdot 5 \cdot 46$$

$$RZ = 16 \cdot 5 \cdot 46 = 3\,680h$$

RZ .... Roční čas součástí v zásobnících [h]
Z .... Čas umístění součástí v zásobnících [h]
5 .... počet pracovních dní v týdnu
46 .... počet pracovních týdnů (16)

Následně je možné odebrat jednoho operátora při zachování současné denní produkce.

Výpočet ročních ušetřených nákladů při čtyřech operátorech na lince.

$$RUN = ((HNO \cdot PO + PN) \cdot SP + HNO \cdot CS) \cdot SK \cdot 5 \cdot 46$$

$$RUN = ((5{,}23 \cdot 4 + 11{,}81) \cdot 2{,}7 + 5{,}23 \cdot 8) \cdot 30{,}24 \cdot 5 \cdot 46 = 897\,676kč$$

RUN ..... Roční úspora nákladů [kč] (17)
HNO ..... Hodinové náklady na operátora [euro]
PO .... Počet operátorů
PN .... Provozní náklady [euro]
SP .... Snížení pracnosti [h]
SK .... Směnný kurz [kč/euro]
CS .... Čas směny [h]
5 .... počet pracovních dní v týdnu
46 .... počet pracovních týdnů

Výpočet ročních ušetřených nákladů při pěti operátorech na lince.

$$RUN = ((HNO \cdot PO + PN) \cdot SP) \cdot SK \cdot 5 \cdot 46$$

$$RUN = ((5{,}23 \cdot 5 + 11{,}81) \cdot 2{,}6) \cdot 30{,}24 \cdot 5 \cdot 46 = 696\,747kč \qquad (18)$$

Celkový přehled ročních ušetřených nákladů dává tabulka 4.1.

	operátorů	Pracnost výrobku [min]	Snížení pracnosti [min]	Ušetření pracnosti 78ks/h [h]	Cenna práce dělníka [euro/h]	Náklady na provoz [euro/h]	Kurz eura k 20. 5. 2005	Ušetření nákladů za rok [kč]
	5	21,45	0	0	5,23	11,81	30,24	0
Var. A	4	21,45	0	0				291 006
Varianta B	4	19,4	2,05	2,7				897 676
	5	19,42	2,03	2,6				696 747
Varianta C	4	19,4	2,05	2,7				897 676
	5	19,17	2,28	3,0				782 553
Varianta D	4	19,53	1,92	2,5				859 204
	5	19,67	1,78	2,3				610 941
Varianta E	4	19,67	1,78	2,3				817 773
	5	19,42	2,03	2,6				696 74ý

Tab.4.1

4.2 Závěr

Cílem mé práce bylo navrhnout projekt, kterým by se zlepšila efektivita linky vyrábějící 2 HP vertikální frézky.

Rozborem a změřením stávajícího rozmístění montážní linky, časů cyklů práce dělníků, rozpracovanosti výroby a zásobování pracovišť materiálem jsem linku z analyzoval. Naměřené hodnoty jsem zpracoval, přepočítal a pečlivě vyjádřil pomocí grafů a tabulek.

Z analýzy současného stavu linky vyplynulo, že uspořádání montážní linky je neflexibilní, čas pracovního fondu dělníků je nedostatečně využit, dochází k hromadění polotovarů a především je velmi dlouhý průběžný čas. Proto jsem navrhl pět různých řešení na odstranění těchto nedostatků a jednotlivé varianty označil písmeny A až E.

Ve variantě A jsem zachoval původní rozmístění montážní linky. Na základě výpočtů snížil počet pracovníků a přerozdělily časy cyklů. Tento návrh přinesl lepší využití pracovního fondu dělníků, ušetření výdajů za mzdu jednoho dělníka. Dosáhl jsem snížení hromadění výrobků na lince, ale nedokázal zvýšit větší flexibilitu linky a především nesnížil průběžný čas.

V dalších návrzích jsem montážní linku přestavěl.

Ve variantě B jsem linku přestavěl do tvaru U. Protože se na lince zbíhají dva výrobní toky, použil jsem pásový dopravník, čímž jsem zachoval flexibilitu návrhu. Následně navrhl nové pracovní stoly a zásobníky, z důvodu minimalizace přechodů, Stanoviště předmontáže jsem přemístil tak, abych docílil pohybu pouze jednoho kusu polotovaru od jednoho dělníka ke druhému. Varianta přinesla výborné využiti

pracovního fondu, vyvážení pracovních cyklů, velmi dobré možnosti flexibility práce, odstranění hromadění výrobků a především se výrazně zkrátil průběžný čas.

Uspořádání linky v návrhu C se principielně shoduje s variantou B. Hlavní rozdíl spočívá v odebrání záběhového testeru z montážní linky a přestavení zkušebního testeru na použití komplexního testování. Nevýhodou je omezení produkce kapacitou jednoho testeru. Návrh přinesl oproti variantě B ušetření pracovního prostoru, zkrácením přechodových vzdáleností, trochu se zhoršila flexibilita, ale ostatní výhody varianty B byly zachovány.

Ve variantě D jsem linku přestavěl do tvaru U a do středu umístil část montážní linky na výrobu statorů. Tímto přeuspořádáním se oproti variantě B ušetřili pořizovací náklady na nákup dopravníku, došlo k ušetření části pracovního prostoru, snížila se flexibilita linky, ale dělníci musí ručně přenášet polotovar z vnitřního výrobního toku na vnější. Ostatní výhody varianty B jsem zachoval.

Uspořádání linky ve variantě E se principielně shoduje s variantou D. Hlavní rozdíl spočívá stejně jako u varianty C v odebrání záběhového testeru z montážní linky a přestavení zkušebního testeru na použití komplexního testování. Tento návrh přinesl největší ušetření pracovního prostoru. Ostatní výsledky jsou shodné s variantou D.

Přehled o výsledcích jednotlivých návrhů dává tabulka 4.2

	operátorů	Průběžný čas 78 ks/den [h/ %]	Pracnost výrobku [min/ %]	Produkce na pracovníka [ks/směnu/ %]	Velikost pracovního prostoru [m^2]	Ušetření prostoru [m^2/ %]
	5	21,68/ 0	21,45/ 0	15,6/ 0	121,5	0/ 0
Var. A	4	22,09/ +2	21,45/ 0	20,8/ +33		
Varianta B	4	6,31/ -71	19,4/ -9,6	23,0/ +47	121,5	0/ 0
	5	5,04/ -77	19,42/ -9,5	23,0/ +47		
Varianta C	4	6,31/ -71	19,4/ -9,6	23,0/ +47	98,7	22,8/ -19
	5	4,98/ -77	19,17/ -10,6	23,4/ +50		
Varianta D	4	6,34/ -71	19,53/ -9	23,0/ +47	109,3	12,2/ -10
	5	5,11/ -76	19,67/ -8,3	22,8/ +46		
Varianta E	4	6,40/ -70	19,67/ -8,3	22,8/ +46	93,5	28/ -23
	5	5,04/ -77	19,42/ -9,5	23,0/ +47		

Tab.4.2

Z konečných výsledků vychází jako nejlepší varianta B, která dokázala zlepšit nebo zcela odstranit nedostatky stávajícího stavu linky. V případě předpokladů nižší produkce a je možné použít také variantu C, která ovšem trochu snižuje flexibilitu práce, ale dojde k ušetření pracovního prostoru.

5. Seznam použité literatury:

(Imai, 2004)

Imai, M. *Kaizen-metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku.* 1. vyd. Computer Press 2004, 256s. ISBN 80-251-0461-3

(Black aj., 2003)

Black, J. T., Hunter S. L., *Lean Manufacturing Systems and Cell Design.* Society of Manufacturing Engineers 2003, 325 p. ISBN 0872636471

(Harris, 2003)

Harris, R., Harris, C., *Making Materials Flow.* Lean Enterprise Institute. 2003, 93 p. ISBN 0974182494

(Allen, 2001)

Allen, J, Robinson C., *Lean Manufacturing: A Plant Floor Guide.* Society of Manufacturing Engineers 2001, 528 p. ISBN 0872635252

www.blackanddeckercom

http://62.146.25.231/ - webové stránky společnosti DeWALT

www.2helpU.com

http://stest.etnera.cz

www.regaz.cz

www.mmt.cz, www.montech.ch

www.rswww.com

Podniková literatura a dokumentace firmy Black & Decker

6. Přílohy

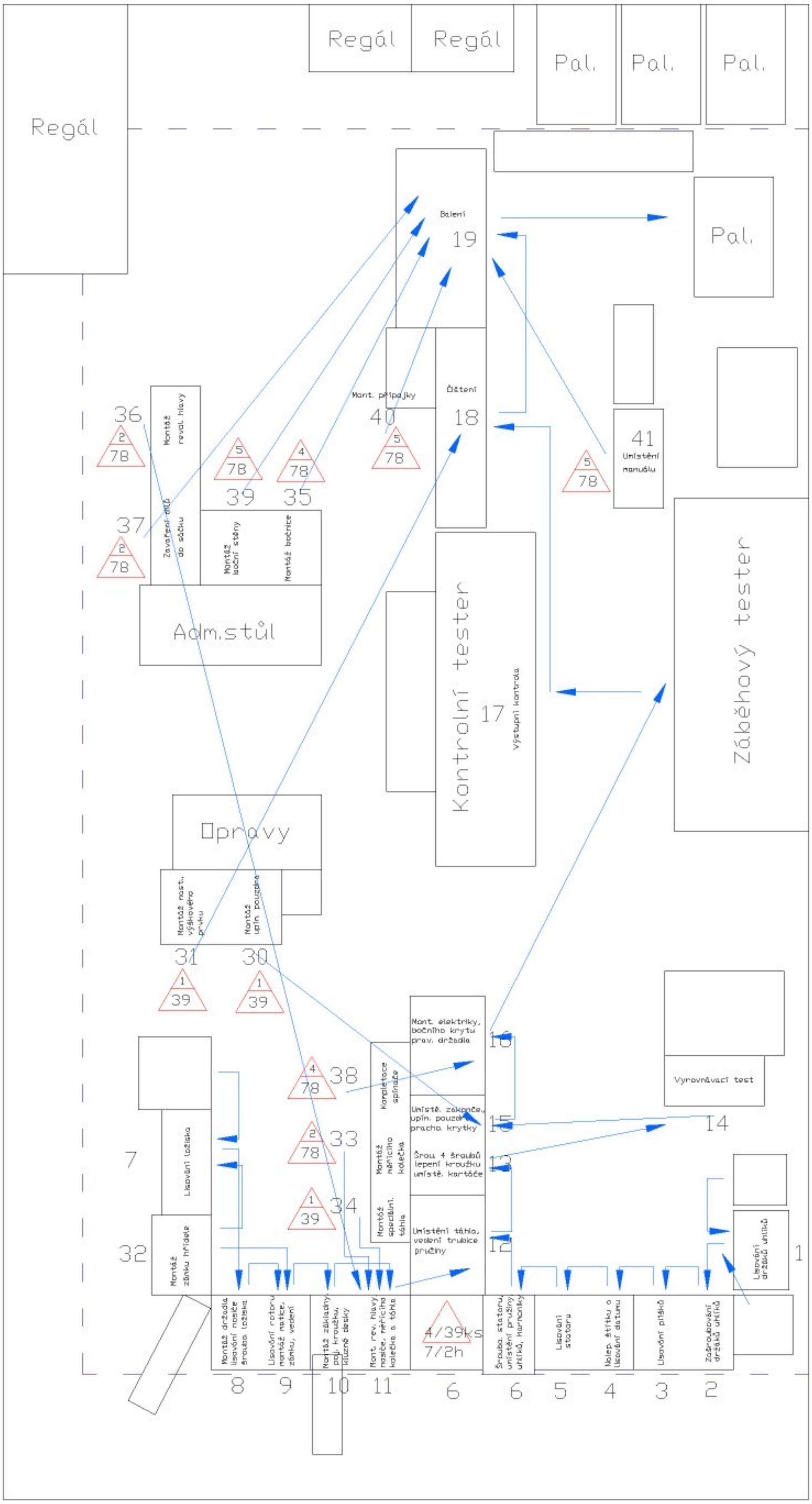
6.1 Seznam příloh

6. Přílohy

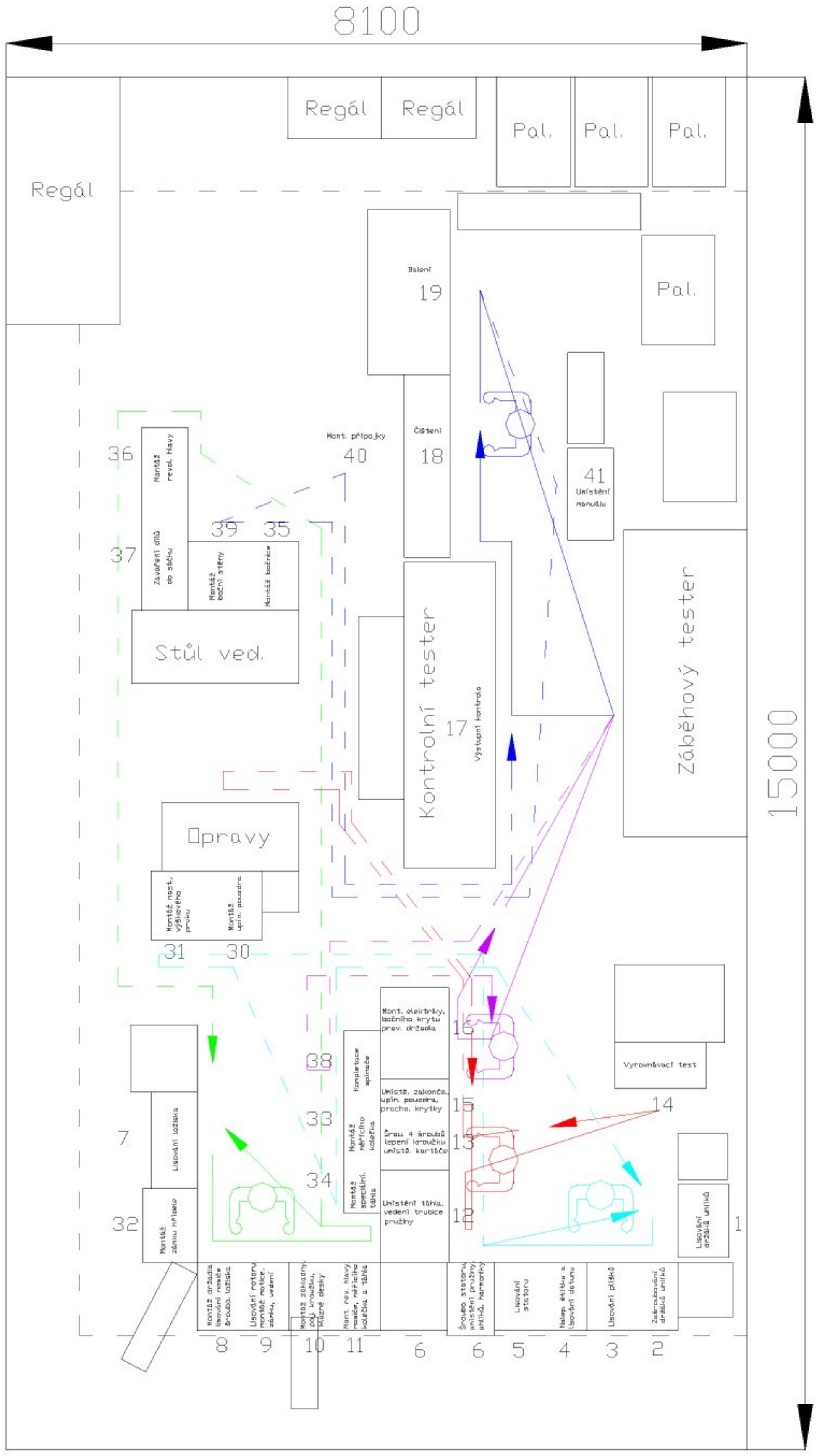
6.1 Seznam příloh

Příloha 1: Nákres (layout) montážního toku a rozpracovatelnosti výroby – současný stav
Příloha 2: Nákres (layout) pohybu operátorů – současný stav
Příloha 3 (část 1): Výpočet času práce operátorů – současný stav
Příloha 3 (část 2): Výpočet času práce operátorů – současný stav
Příloha 4: Nákres (layout) materiálového toku – současný stav
Příloha 5: Nákres (layout) montážního toku a rozpracovatelnosti výroby – varianta A
Příloha 6: Nákres (layout) pohybu operátorů– varianta A
Příloha 7 (část 1): Výpočet času práce operátorů – varianta A
Příloha 7 (část 2): Výpočet času práce operátorů – varianta A
Příloha 8: Nákres (layout) montážního toku - varianta B – 75ks/den
Příloha 9: Nákres (layout) pohybu operátorů - varianta B – 75ks/den
Příloha 10: Výpočet času práce operátorů - varianta B – 75ks/den
Příloha 11: Nákres (layout) montážního toku - varianta B – 100ks/den
Příloha 12: Nákres (layout) pohybu operátorů - varianta B – 100ks/den
Příloha 13: Výpočet času práce operátorů - varianta B – 100ks/den
Příloha 14: Nákres (layout) materiálového toku - varianta B
Příloha 15: Nákres (layout) montážního toku - varianta C – 75ks/den
Příloha 16: Nákres (layout) pohybu operátorů- varianta C – 75ks/den
Příloha 17: Výpočet času práce operátorů - varianta C – 75ks/den
Příloha 18: Nákres (layout) montážního toku - varianta C – 100ks/den
Příloha 19: Nákres (layout) pohybu operátorů - varianta C – 100ks/den
Příloha 20: Výpočet času práce operátorů - varianta C – 100ks/den
Příloha 21: Nákres (layout) materiálového toku - varianta C
Příloha 22: Nákres (layout) montážního toku - varianta D – 75ks/den
Příloha 23: Nákres (layout) pohybu operátorů- varianta D – 75ks/den
Příloha 24: Výpočet času práce operátorů - varianta D – 75ks/den
Příloha 25: Nákres (layout) montážního toku - varianta D – 100ks/den
Příloha 26: Nákres (layout) pohybu operátorů- varianta D – 100ks/den
Příloha 27: Výpočet času práce operátorů - varianta D – 100ks/den
Příloha 28: Nákres (layout) materiálového toku - varianta D
Příloha 29: Nákres (layout) montážního toku - varianta E – 75ks/den
Příloha 30: Nákres (layout) pohybu operátorů- varianta E – 75ks/den
Příloha 31: Výpočet času práce operátorů - varianta E – 75ks/den
Příloha 32: Nákres (layout) montážního toku - varianta E – 100ks/den
Příloha 33: Nákres (layout) pohybu operátorů- varianta E – 100ks/den
Příloha 34: Výpočet času práce operátorů - varianta E – 100ks/den
Příloha 35: Nákres (layout) materiálového toku - varianta E

Příloha 1: Nákres (layout) montážního toku a rozpracovatelnosti výroby – současný stav



Příloha 2: Nákres (layout) pohybu operátorů – současný stav



Příloha 3 (část 1): Výpočet času práce operátorů – současný stav

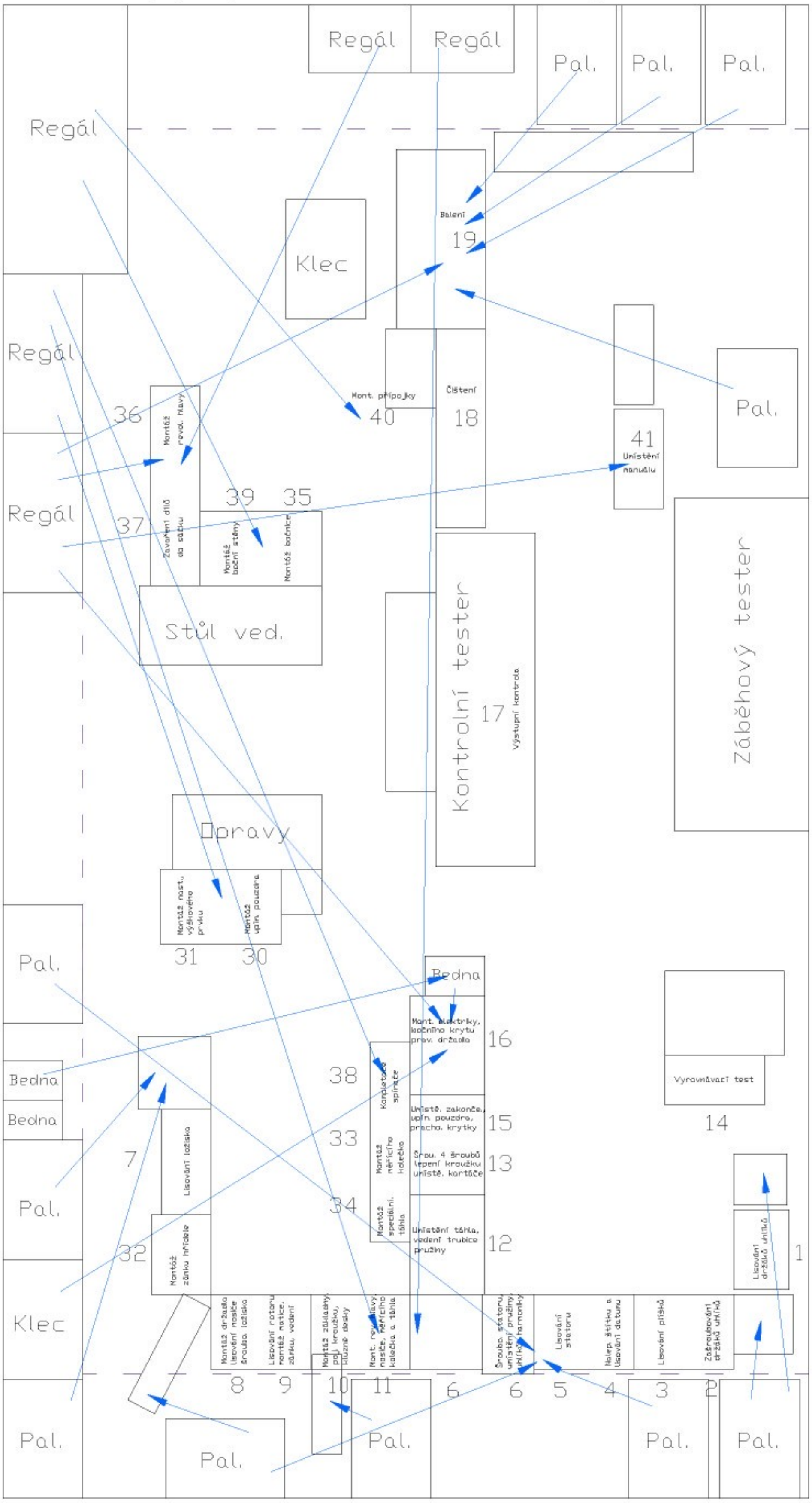
Výpočet času práce hlavní montáže				
	Změřený čas		Max. čas cyklu	Č. st.
	[min]	[s]		
Operátor 1				
montáž držáků uhlíků, vyrovnávacího nářadí	0,183	11		**1**
lisování motorové skříně	0,067	4		**1**
zašroubování držáku uhlíků	0,167	10		**2**
umístění plíšků a lisování	0,200	12		**3**
nalepení štítku a lisování datumu	0,133	8		**4**
lisování statoru	0,133	8		**5**
zašroubování statoru	0,117	7		**6**
umístění spirálové pružiny	0,150	9		**6**
umístění uhlíků	0,233	14		**6**
montáž harmoniky	0,133	8		**6**
umístění modulu a koncového uzávěru	0,083	5		**6**
přemístění	0,067	4	v	
Čas cyklu	1,667	**100**	**3,22**	
Operátor 2				
umístění součástí do lisu	0,183	11		**7**
lisování ložiska	0,067	4		**7**
montáž držadla před montáže, sestavení nosiče (lisování)	0,433	26		**8**
montáž a zašroubování pojistného ložiska	0,217	13		**8**
montáž, lisování rotoru a rotorové před montáže	0,117	7		**9**
mazání a montáž speciální matice	0,150	9		**9**
montáž zámku hřídele	0,133	8	p	**32**
zašroubování zámku	0,300	18		**9**
nasazení vedení vzduchu	0,067	4		**9**
montáž základny, poj. kroužku, kluzné desky	0,467	28		**10**
montáž revolverová hlavy, křídlo. šroubů a prachovky	0,617	37		**11**
montáž upínací souč., nosiče, měř. kolečka a táhla	0,333	20		**11**
přemístění	0,067	4	v	
Čas cyklu	3,150	**189**	**3,22**	
Operátor 3 (vedoucí skupiny)				
umístění táhla	0,317	19		**12**
montáž vedení trubice a pružiny	0,183	11		**12**
vyrovnávání, zaš. čtyř šroubů, lepení mag. kroužku	0,450	27		**13**
umístění kartáče	0,300	18		**13**
vyrovnávací test	0,233	14		**14**
umístění zakončení, up. pouzdra a protiprachové krytky	0,550	33		**15**
přemístění	0,033	2	v	
Čas cyklu	2,067	**124**	**3,22**	
Operátor 4				
montáž elektriky a bočního krytu	1,150	69		**16**
sestavení pravého držadla	0,500	30		**16**
umístění do testeru	0,200	12	v	
přemístění	0,067	4	v	
Čas cyklu	1,917	**115**	**3,22**	

Operátor 5				
vyjmutí a umístění do druhého testeru	0,267	16	**v**	
výstupní kontrola a přenesení	0,167	10		**17**
čištění	1,500	90		**18**
štítkování+senzor	0,167	10		**18**
balení	1,050	63		**19**
přemístění	0,067	4	**v**	
Čas cyklu	3,217	**193**	**3,22**	
Maximální čas cyklu	3,22	193		
Počet operátorů	5			
Denní výrobní dávka [ks]	78			
Pracnost denní dávky v části hlavní montáže [h]	4,18			

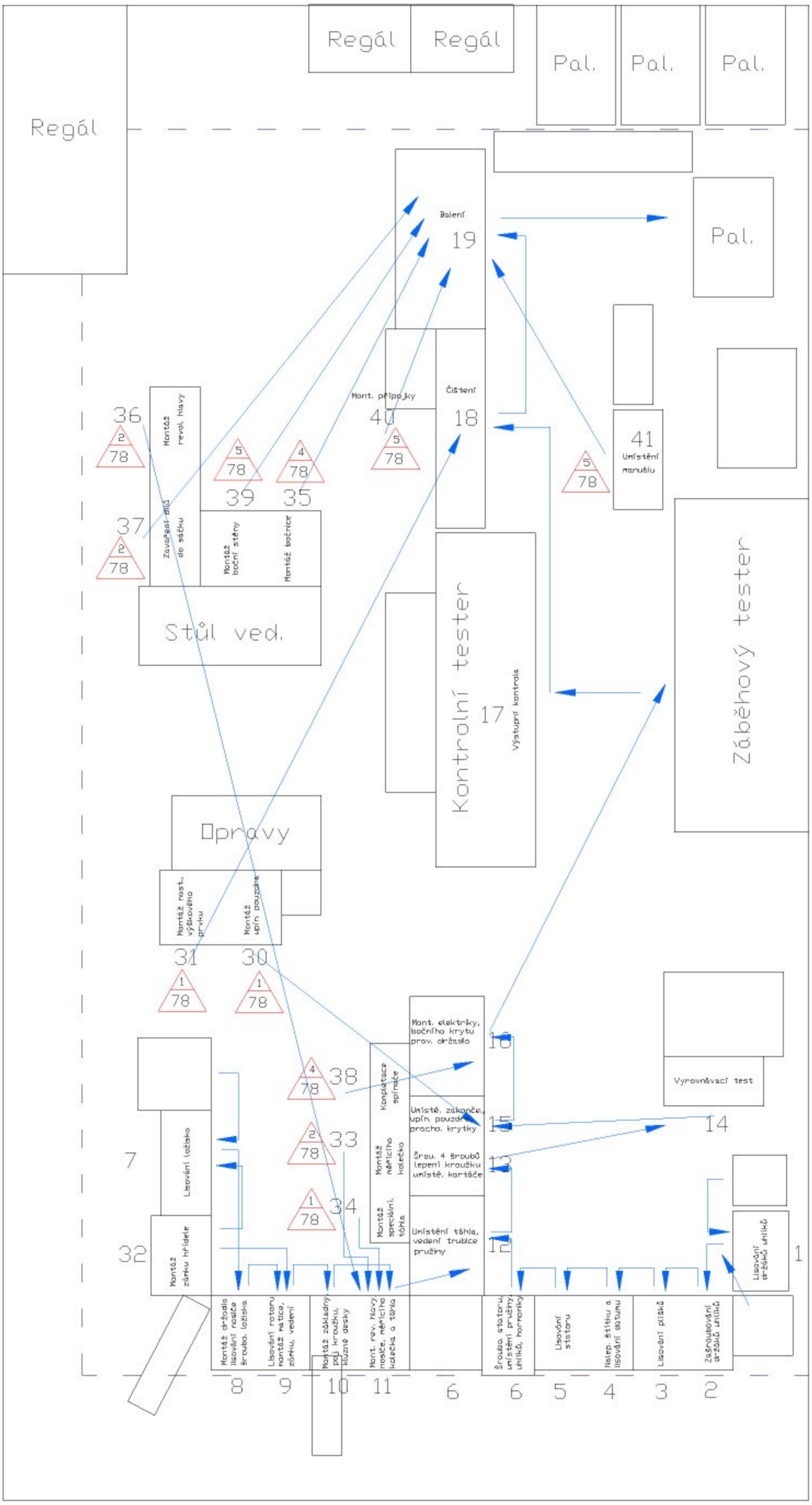
Příloha 3 (část 2): Výpočet času práce operátorů – současný stav

Výpočet času práce před montáží				
	Změřený čas		Max. čas cyklu	Č. st.
	[min]	[s]		
Operátor 1				
přemístění	0,003	0,2	v	
montáž upínacího pouzdra	0,100	6	p	**30**
montáž nastavovacího výškového prvku	0,700	42	p	**31**
přemístění	0,002	0,1	v	
montáž speciálního táhla	0,350	21	p	**34**
přemístění	0,003	0,2	v	
Čas cyklu	1,157	**69**	**1,16**	
Operátor 2				
přemístění	0,001	0,1	v	
montáž měřící kolečko	0,083	5	p	**33**
přemístění	0,002	0,1	v	
kompletace revolverové hlavy	0,733	44	p	**36**
přemístění	0,001	0,1	v	
umístění a zavaření doplňkových dílů do sáčku	0,333	20	p	**37**
přemístění	0,002	0,1	v	
Čas cyklu	1,156	**69**	**1,16**	
Operátor 3 (vedoucí skupiny)				
opravy	2,250	135	o	
Čas cyklu	2,250	**135**	**1,16**	
Operátor 4				
přemístění	0,002	0,1	v	
kompletace spínače	0,300	18	p	**38**
přemístění	0,001	0,1	v	
montáž bočnice	0,850	51	p	**35**
přemístění	0,002	0,1	v	
Čas cyklu	1,155	**69**	**1,16**	
Operátor 5				
přemístění	0,003	0,2	v	
montáž boční stěny	0,733	44	p	**39**
přemístění	0,003	0,2	v	
umístění manuálu do sáčku	0,050	3	p	**41**
přemístění	0,001	0,04	v	
montáž přípojky	0,067	4	p	**40**
přemístění	0,003	0,2	v	
Čas cyklu	0,860	**52**	**1,16**	
Maximální čas cyklu	1,16	69		
Počet operátorů	5			
Denní výrobní dávka [ks]	78			
Pracnost denní dávky v části před montáží [h]	1,50			

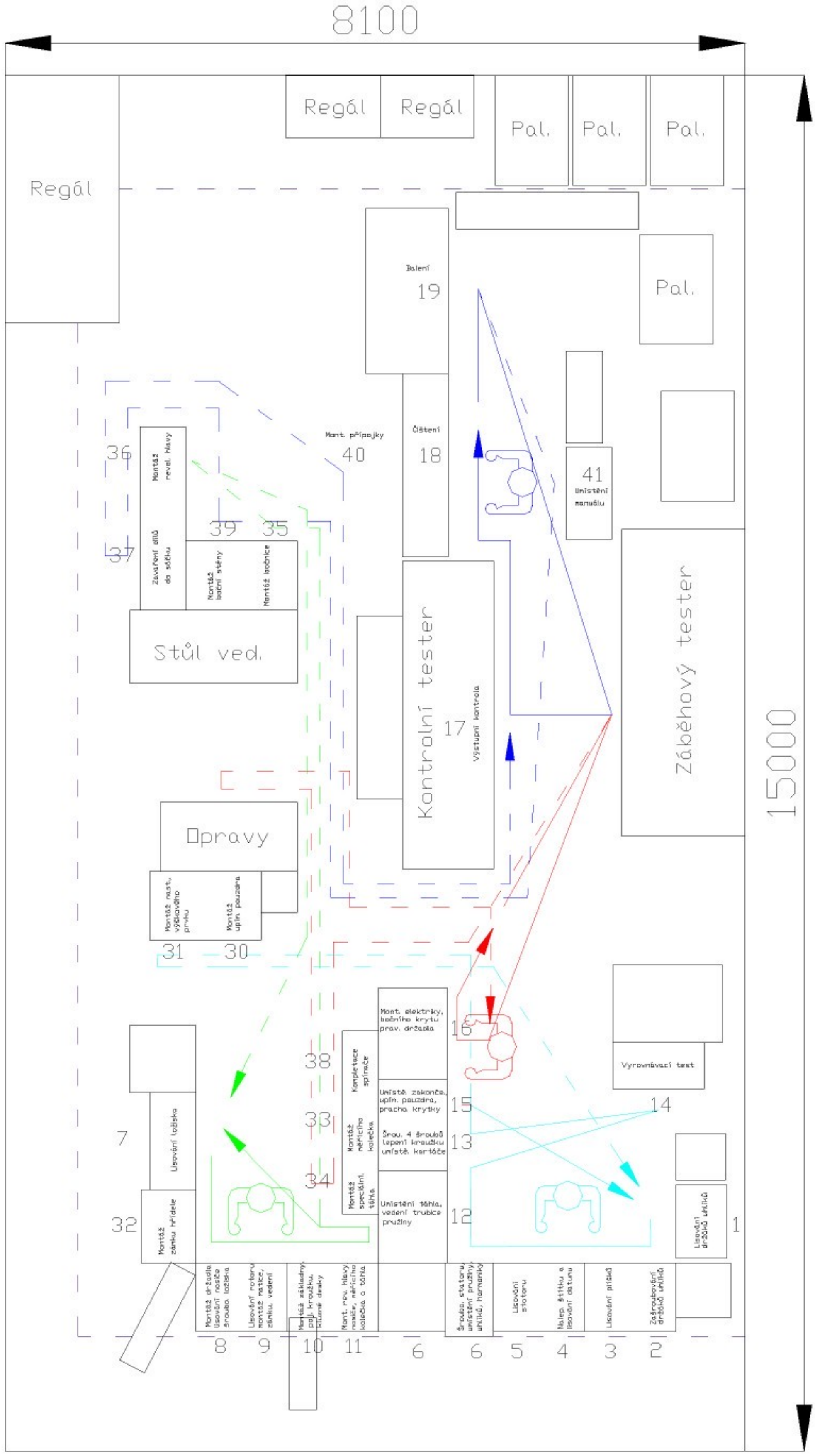
Příloha 4: Nákres (layout) materiálového toku – současný stav



Příloha 5: Nákres (layout) montážního toku a rozpracovatelnosti výroby – varianta A



Příloha 6: Nákres (layout) pohybu operátorů– varianta A



Příloha 7 (část 1): Výpočet času práce operátorů – varianta A

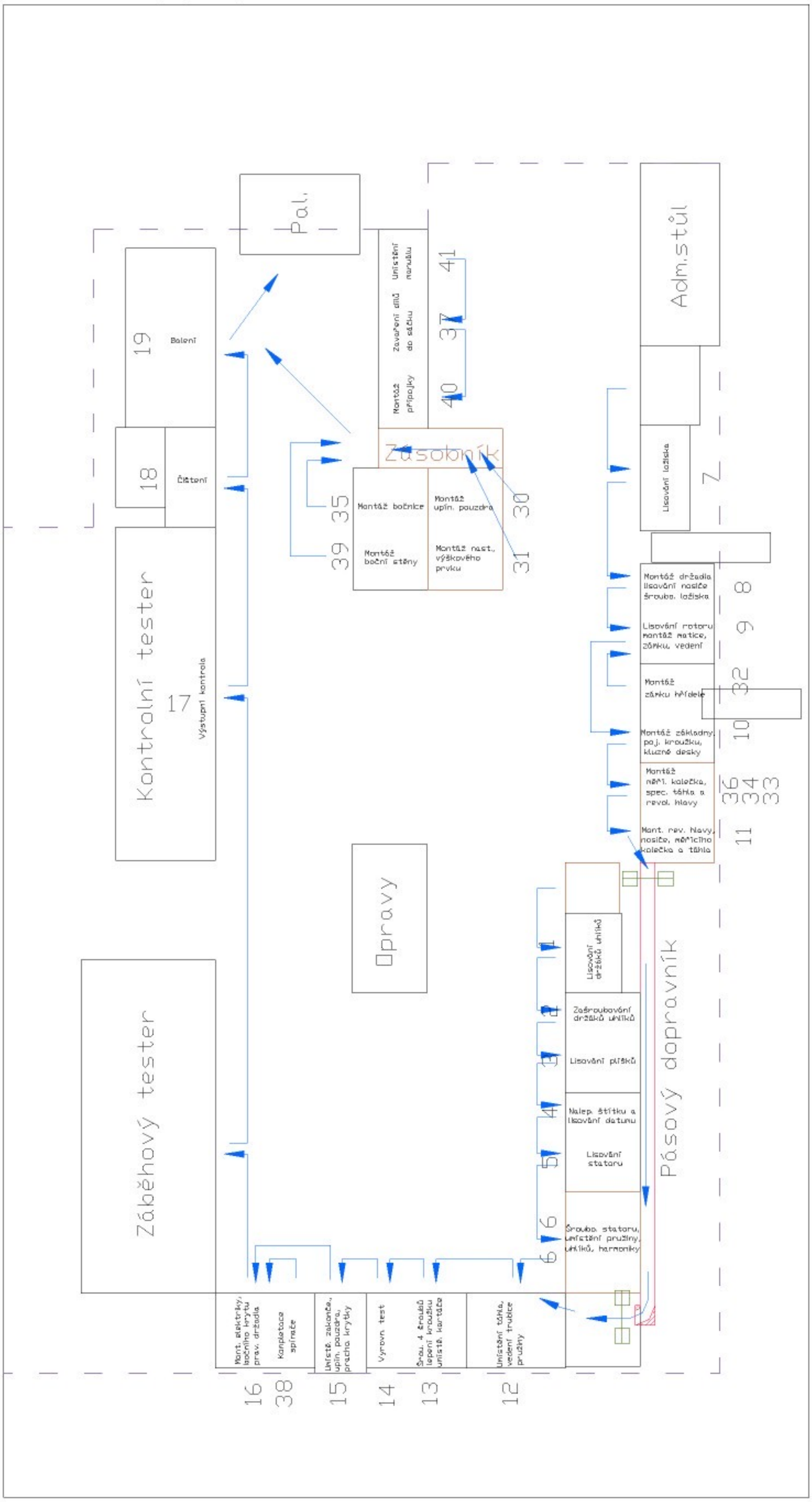
Výpočet času práce hlavní montáže				
	Změřený čas			Č. st.
	[min]	[s]	Max. čas cyklu	
Operátor 1				
montáž držáků uhlíků, vyrovnávacího nářadí	0,183	11		**1**
lisování motorové skříně	0,067	4		**1**
zašroubování držáku uhlíků	0,167	10		**2**
umístění plíšků a lisování	0,200	12		**3**
nalepení štítku a lisování datumu	0,133	8		**4**
lisování statoru	0,133	8		**5**
zašroubování statoru	0,117	7		**6**
umístění spirálové pružiny	0,150	9		**6**
umístění uhlíků	0,233	14		**6**
montáž harmoniky	0,133	8		**6**
umístění modulu a koncového uzávěru	0,083	5		**6**
umístění táhla	0,317	19		**12**
montáž vedení trubice a pružiny	0,183	11		**12**
vyrovnávání, zaš. čtyř šroubů,lepení mag. kroužku	0,450	27		**13**
umístění kartáče	0,300	18		**13**
vyrovnávací test	0,233	14		**14**
přemístění	0,067	4	v	
Čas cyklu	3,150	**189**	**3,22**	
Operátor 2				
umístění součástí do lisu	0,183	11		**7**
lisování ložiska	0,067	4		**7**
montáž držadla před montáže, sestavení nosiče (lisování)	0,433	26		**8**
montáž a zašroubování pojistného ložiska	0,217	13		**8**
montáž, lisování rotoru a rotorové před montáže	0,117	7		**9**
mazání a montáž speciální matice	0,150	9		**9**
montáž zámku hřídele	0,133	8	p	**32**
zašroubování zámku	0,300	18		**9**
nasazení vedení vzduchu	0,067	4		**9**
montáž základny, poj. kroužku, kluzné desky	0,467	28		**10**
montáž revolverová hlavy, křídlo. šroubů a prachovky	0,617	37		**11**
montáž upínací souč., nosiče, měř. kolečka a táhla	0,333	20		**11**
přemístění	0,067	4	v	
Čas cyklu	3,150	**189**	**3,22**	
Operátor 3 (vedoucí skupiny)				
umístění zakončení, up. pouzdra a protiprachové krytky	0,550	33		**15**
montáž elektriky a bočního krytu	1,150	69		**16**
sestavení pravého držadla	0,500	30		**16**
umístění do testeru	0,200	12	v	
přemístění	0,067	4	v	
Čas cyklu	2,467	**148**	**3,22**	
Operátor 4				
vyjmutí a umístění do druhého testeru	0,267	16	v	
výstupní kontrola a přenesení	0,167	10		**17**
čištění	1,500	90		**18**

štítkování+senzor	0,167	10		**18**
balení	1,050	63		**19**
přemístění	0,067	4	**v**	
Čas cyklu	3,217	**193**	**3,22**	
Maximální čas cyklu	3,22	193		
Počet operátorů	4			
Denní výrobní dávka [ks]	78			
Pracnost denní dávky v části hlavní montáže [h]	4,18			

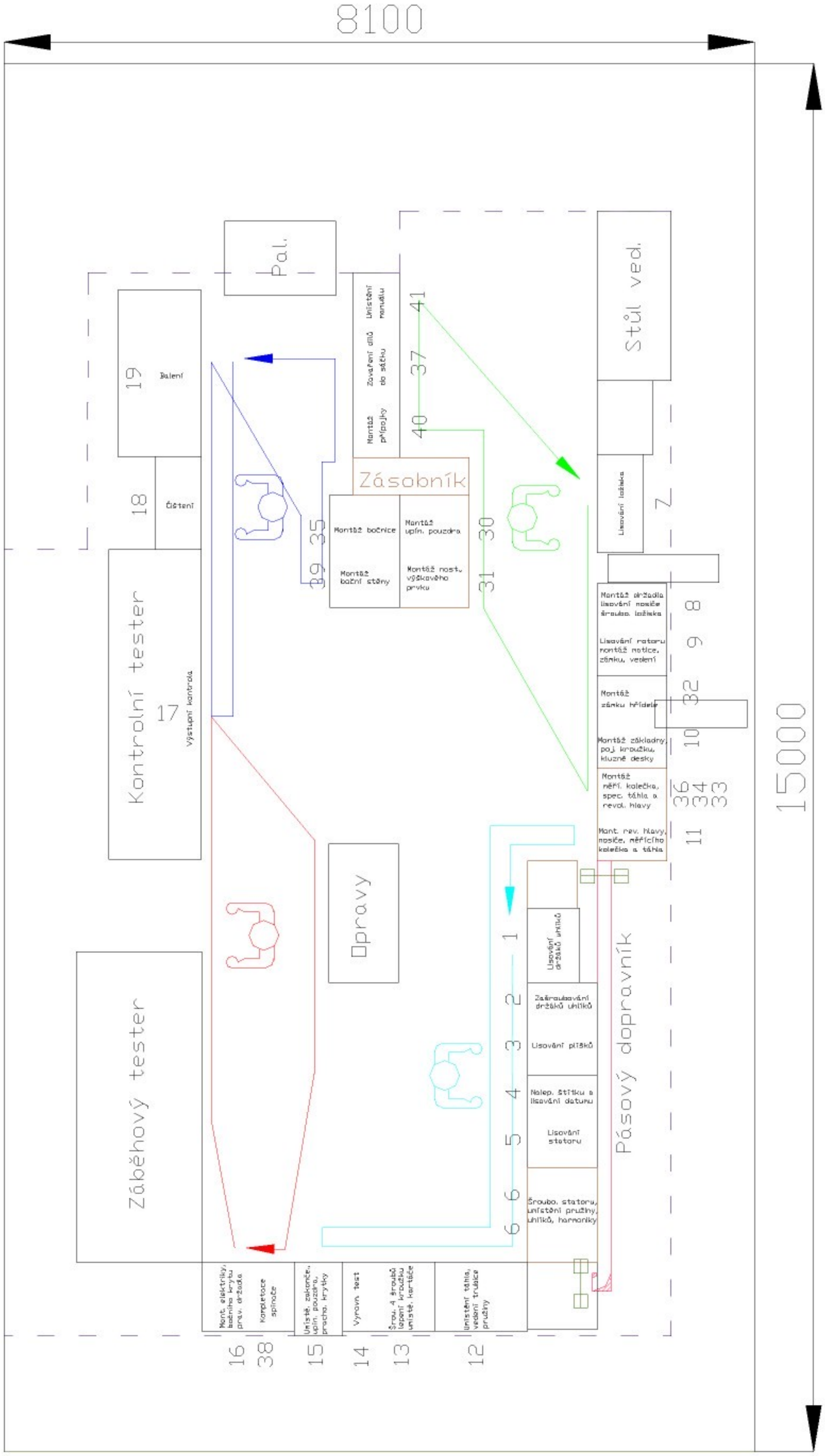
Příloha 7 (část 2): Výpočet času práce operátorů – varianta A

Výpočet času práce před montáží				
	Změřený čas		Max. čas cyklu	Č. st.
	[min]	[s]		
Operátor 1				
přemístění	0,001	0,04	v	
montáž speciálního táhla	0,350	21	p	**34**
přemístění	0,002	0,1	v	
kompletace spínače	0,300	18	p	**38**
přemístění	0,003	0,2	v	
montáž upínacího pouzdra	0,100	6	p	**30**
montáž nastavovacího výškového prvku	0,700	42	p	**31**
přemístění	0,003	0,2	v	
Čas cyklu	1,457	**87**	**2,25**	
Operátor 2				
přemístění	0,002	0,1	v	
montáž boční stěny	0,733	44	p	**39**
přemístění	0,001	0,04	v	
kompletace revolverové hlavy	0,733	44	p	**36**
přemístění	0,002	0,1	v	
Čas cyklu	1,471	**88**	**2,25**	
Operátor 3 (vedoucí skupiny)				
opravy	2,250	135	o	
Čas cyklu	2,250	**135**	**2,25**	
Operátor 4				
přemístění	0,003	0,2	v	
umístění manuálu do sáčku	0,050	3	p	**41**
přemístění	0,003	0,2	v	
montáž měřící kolečko	0,083	5	p	**33**
přemístění	0,003	0,2	v	
montáž bočnice	0,850	51	p	**35**
přemístění	0,001	0,1	v	
umístění a zavaření doplňkových dílů do sáčku	0,333	20	p	**37**
přemístění	0,002	0,1	v	
montáž přípojky	0,067	4	p	**40**
přemístění	0,003	0,2	v	
Čas cyklu	1,399	**84**	**2,25**	
Maximální čas cyklu	1,47	88		
Počet operátorů	5			
Denní výrobní dávka [ks]	78			
Pracnost denní dávky v části před montáží [h]	1,91			

Příloha 8: Nákres (layout) montážního toku - varianta B – 75ks/den



Příloha 9: Nákres (layout) pohybu operátorů - varianta B – 75ks/den

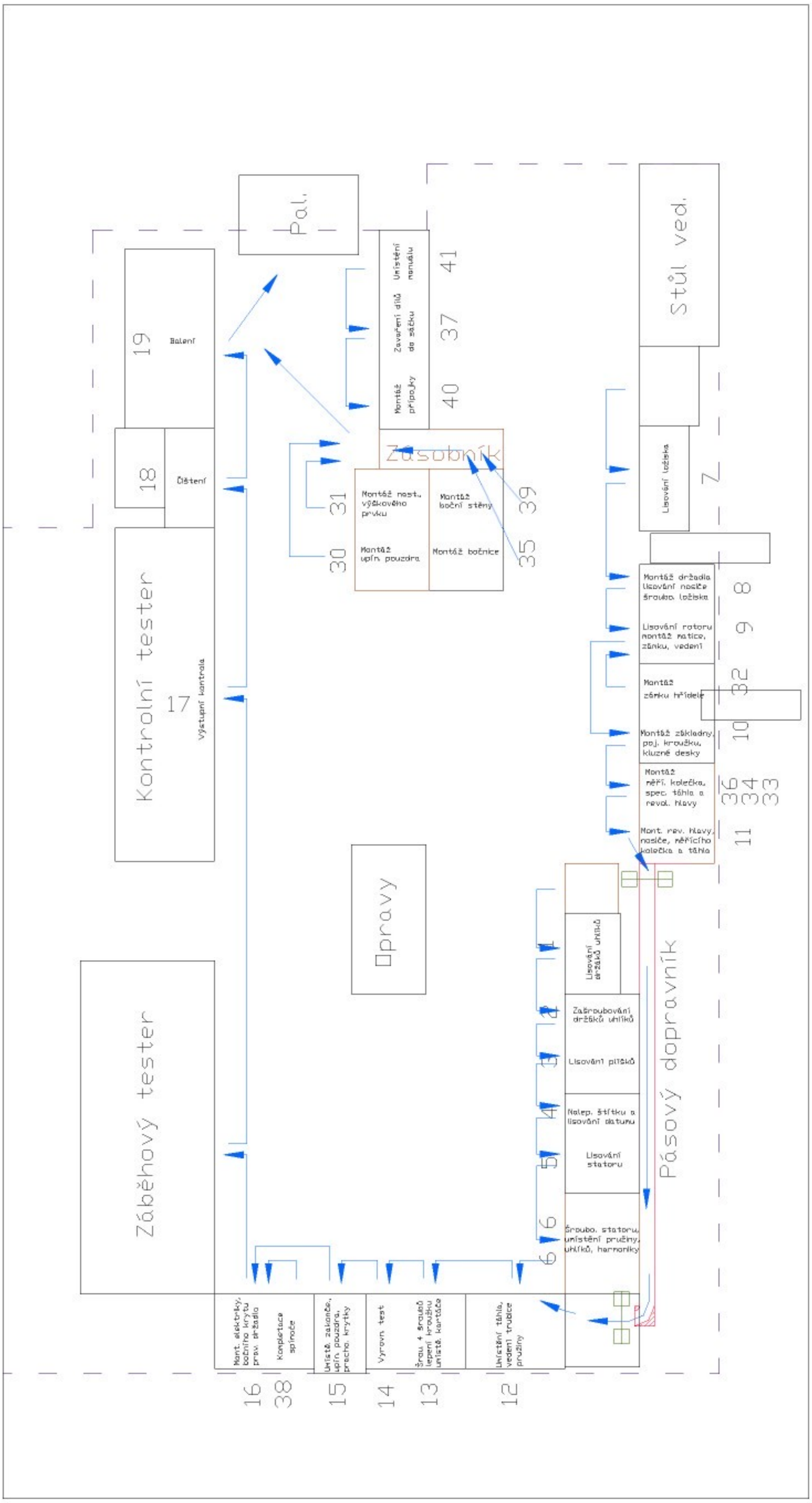


Příloha 10: Výpočet času práce operátorů - varianta B – 75ks/den

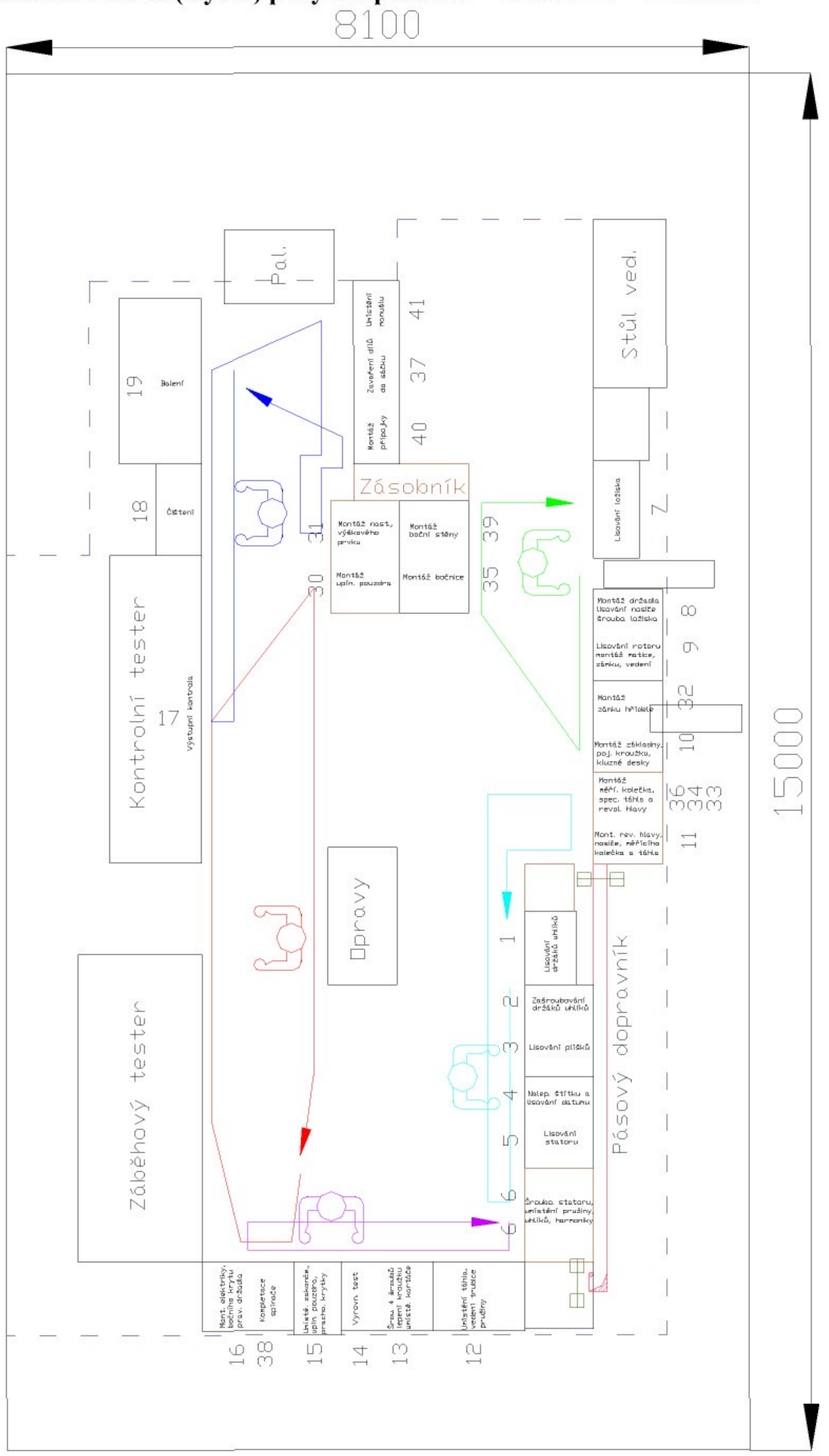
Výpočet času práce				
	Změřený čas		**Max. čas cyklu**	**Č. st.**
	[min]	**[s]**		
Operátor 1				
montáž revolverová hlavy, křídlo. šroubů a prachovky	0,617	37		**11**
montáž upínací souč., nosiče, měř. kolečka a táhla	0,333	20		**11**
přemístění	0,067	4	v	
montáž držáků uhlíků, vyrovnávacího nářadí	0,183	11		**1**
lisování motorové skříně	0,067	4		**1**
zašroubování držáku uhlíků	0,167	10		**2**
umístění plíšků a lisování	0,200	12		**3**
nalepení štítku a lisování datumu	0,133	8		**4**
lisování statoru	0,133	8		**5**
zašroubování statoru	0,117	7		**6**
umístění spirálové pružiny	0,150	9		**6**
umístění uhlíků	0,233	14		**6**
umístění modulu a koncového uzávěru	0,083	5		**6**
montáž harmoniky	0,133	8		**6**
umístění táhla	0,317	19		**12**
montáž vedení trubice a pružiny	0,183	11		**12**
vyrovnávání, zaš. čtyř šroubů,lepení mag. kroužku	0,450	27		**13**
umístění kartáče	0,300	18		**13**
vyrovnávací test	0,200	12		**14**
umístění zakončení, zašroubování	0,500	30		**15**
přemístění	0,167	10	v	
Čas cyklu práce operátora	4,733	**284**	**4,85**	
Operátor 2				
montáž nastavovacího výškového prvku	0,700	42	**p**	**31**
montáž upínacího pouzdra	0,100	6	**p**	**30**
přemístění	0,067	4	**v**	
montáž přípojky	0,067	4	**p**	**40**
umístění a zavaření doplňkových dílů do sáčku	0,333	20	**p**	**37**
umístění manuálu do sáčku	0,050	3	**p**	**41**
přemístění	0,067	4	**v**	
umístění součástí do lisu	0,183	11		**7**
lisování ložiska	0,067	4		**7**
montáž držadla před montáže, sestavení nosiče (lisování)	0,433	26		**8**
montáž a zašroubování pojistného ložiska	0,217	13		**8**
montáž, lisování rotoru a rotorové před montáže	0,117	7		**9**
mazání a montáž speciální matice	0,150	9		**9**
montáž zámku hřídele	0,133	8	**p**	**32**
zašroubování zámku	0,300	18		**9**
nasazení vedení vzduchu	0,067	4		**9**
montáž základny, poj. kroužku, kluzné desky	0,467	28		**10**
montáž měřící kolečko	0,083	5	**p**	**33**
montáž speciálního táhla	0,350	21	**p**	**34**
kompletace revolverové hlavy	0,733	44	**p**	**36**
přemístění	0,100	6	**v**	
Čas cyklu práce operátora	4,783	**287**	**4,85**	

Operátor 3 (vedoucí skupiny)				
kompletace spínače	0,300	18	**p**	**38**
montáž elektriky a bočního krytu	1,150	69		**16**
sestavení pravého držadla	0,500	30		**16**
umístění do testeru	0,133	8	v	
vyjmutí a umístění do druhého testeru	0,300	18	v	
přemístění	0,100	6	v	
opravy	2,250	135	o	
Čas cyklu práce operátora	4,733	**284**	**4,85**	
Operátor 4				
výstupní kontrola a přenesení	0,167	10		**17**
čištění	1,500	90		**18**
štítkování+senzor	0,217	13		**18**
přemístění	0,067	4	v	
montáž boční stěny	0,733	44	**p**	**39**
montáž bočnice	0,850	51	**p**	**35**
přenesení a umístění doplňků	0,167	10	v	
balení	1,050	63		**19**
přemístění	0,100	6	v	
Čas cyklu práce operátora	4,850	**291**	**4,85**	
Suma času cyklů	19,10			
Max. čas cyklu	4,85	291		
Pracnost výrobku	19,40			
Počet operátorů	4			
BI	98,5%			
Denní výrobní dávka [ks]	75		92	
Hodinová výrobní dávka [ks]	10		12,3	
Čas taktu [min, s]	6	360	5	293
Časový fond práce 4 operátorů [h]	30			
Celkový čas potřebný pro splnění výrobní dávky [h]	24		30	
Efektivita linky	80,8%		99,2%	

Příloha 11: Nákres (layout) montážního toku - varianta B – 100ks/den



Příloha 12: Nákres (layout) pohybu operátorů - varianta B – 100ks/den

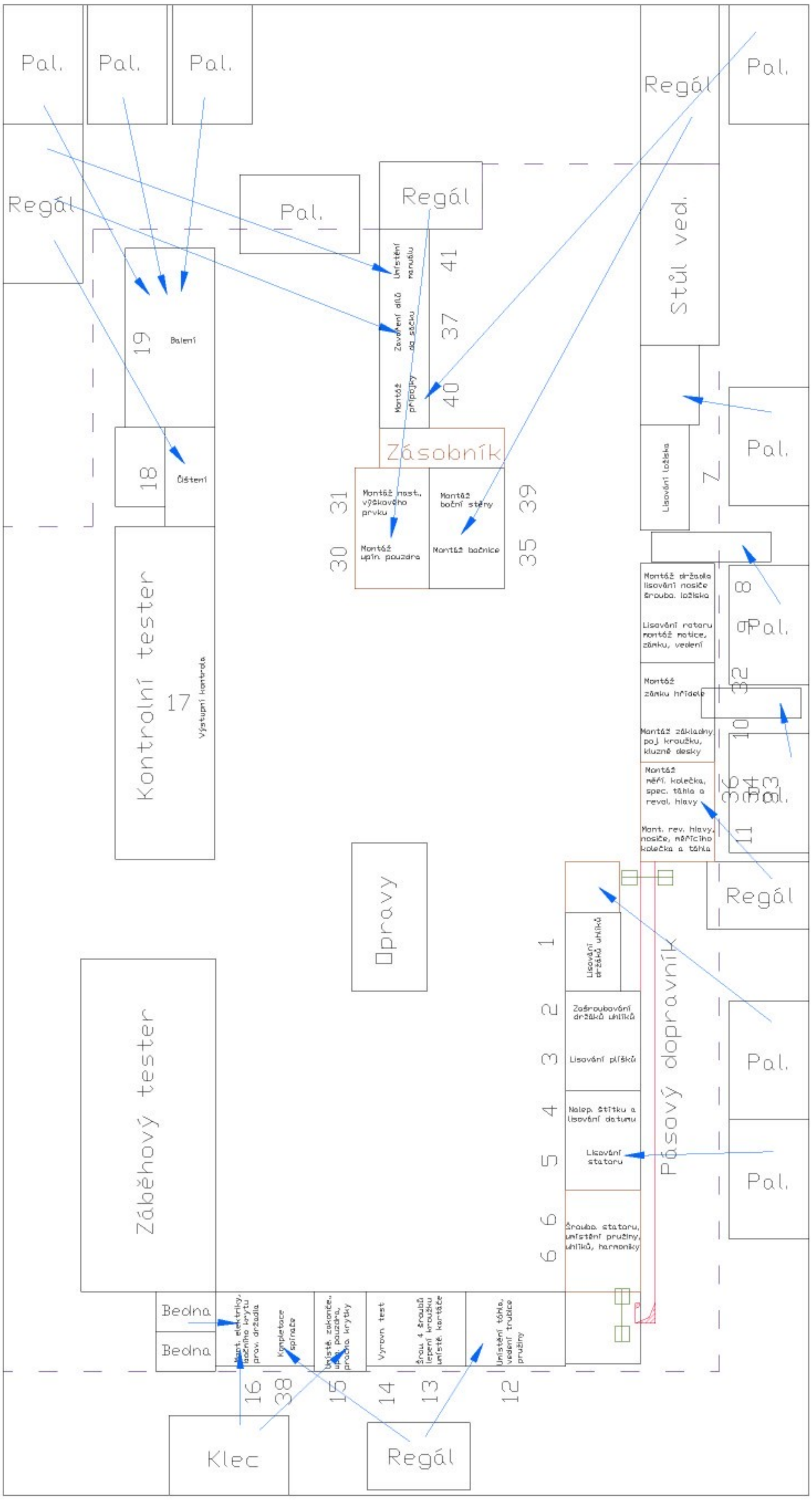


Příloha 13: Výpočet času práce operátorů - varianta B – 100ks/den

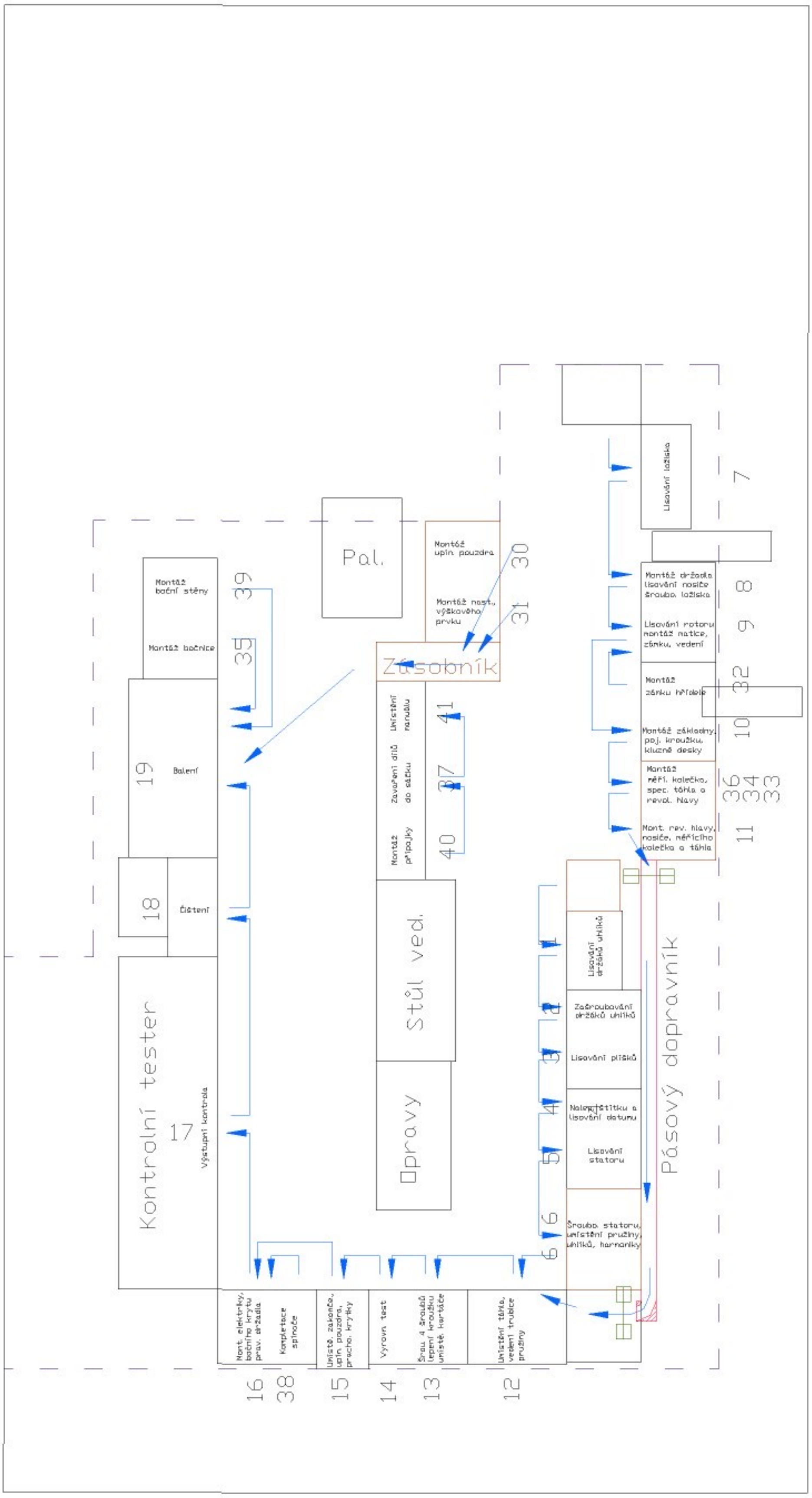
Výpočet času práce				
	Změřený čas		**Max. čas cyklu**	**Č. st.**
	[min]	**[s]**		
Operátor 1				
montáž měřící kolečko	0,083	5	p	**33**
montáž speciálního táhla	0,350	21	p	**34**
kompletace revolverové hlavy	0,733	44	p	**36**
montáž revolverová hlavy, křídlo. šroubů a prachovky	0,617	37		**11**
montáž upínací souč., nosiče, měř. kolečka a táhla	0,333	20		**11**
přemístění	0,067	4	v	
montáž držáků uhlíků, vyrovnávacího nářadí	0,183	11		**1**
lisování motorové skříně	0,067	4		**1**
zašroubování držáku uhlíků	0,167	10		**2**
umístění plíšků a lisování	0,200	12		**3**
nalepení štítku a lisování datumu	0,133	8		**4**
lisování statoru	0,133	8		**5**
zašroubování statoru	0,117	7		**6**
umístění spirálové pružiny	0,150	9		**6**
umístění uhlíků	0,233	14		**6**
montáž harmoniky	0,133	8		**6**
přemístění	0,133	8	v	
Čas cyklu práce operátora	3,833	**230**	**3,88**	
Operátor 2				
montáž boční stěny	0,733	44	p	**39**
montáž bočnice	0,850	51	p	**35**
přemístění	0,067	4	v	
umístění součástí do lisu	0,183	11		**7**
lisování ložiska	0,067	4		**7**
montáž držadla před montáže, sestavení nosiče (lisování)	0,433	26		**8**
montáž a zašroubování pojistného ložiska	0,217	13		**8**
montáž, lisování rotoru a rotorové před montáže	0,117	7		**9**
mazání a montáž speciální matice	0,150	9		**9**
montáž zámku hřídele	0,133	8	p	**32**
zašroubování zámku	0,300	18		**9**
nasazení vedení vzduchu	0,067	4		**9**
montáž základny, poj. kroužku, kluzné desky	0,467	28		**10**
přemístění	0,067	4	v	
Čas cyklu práce operátora	3,850	**231**	**3,88**	
Operátor 3 (vedoucí skupiny)				
kompletace spínače	0,300	18	p	**38**
umístění do testeru	0,133	8	v	
vyjmutí a umístění do druhého testeru	0,300	18	v	
přemístění	0,067	4	v	
montáž nastavovacího výškového prvku	0,700	42	p	**31**
přemístění	0,133	8	v	
opravy	2,250	135	o	
Čas cyklu práce operátora	3,883	**233**	**3,88**	

Operátor 4				
umístění modulu a koncového uzávěru	0,083	5		**6**
umístění táhla	0,317	19		**12**
montáž vedení trubice a pružiny	0,183	11		**12**
vyrovnávání, zaš. čtyř šroubů,lepení mag. kroužku	0,450	27		**13**
umístění kartáče	0,300	18		**13**
vyrovnávací test	0,200	12		**14**
umístění zakončení, zašroubování	0,500	30		**15**
montáž elektriky a bočního krytu	1,150	69		**16**
sestavení pravého držadla	0,500	30		**16**
přemístění	0,100	6	v	
Čas cyklu práce operátora	3,783	**227**	**3,88**	
Operátor 5				
výstupní kontrola a přenesení	0,167	10		**17**
čištění	1,500	90		**18**
štítkování+senzor	0,217	13		**18**
přemístění	0,067	4	v	
umístění a zavaření doplňkových dílů do sáčku	0,333	20	**p**	**37**
montáž přípojky	0,067	4	**p**	**40**
umístění manuálu do sáčku	0,050	3	**p**	**41**
přemístění	0,067	4	v	
montáž upínacího pouzdra	0,100	6	**p**	**30**
přenesení a umístění doplňků	0,167	10	v	
balení	1,050	63		**19**
přemístění	0,100	6	v	
Čas cyklu práce operátora	3,883	**233**	**3,88**	
Suma času cyklů	19,23			
Max. čas cyklu	3,88	233		
Pracnost výrobku	19,42			
Počet operátorů	5			
BI	99,1%			
Denní výrobní dávka [ks]	100		115	
Hodinová výrobní dávka [ks]	13,3		15,3	
Čas taktu [min, s]	4,50	270	3,91	235
Časový fond práce 5 operátorů [h]	37,5			
Celkový čas potřebný pro splnění výrobní dávky [h]	32		37	
Efektivita linky	86,3%		99,2%	

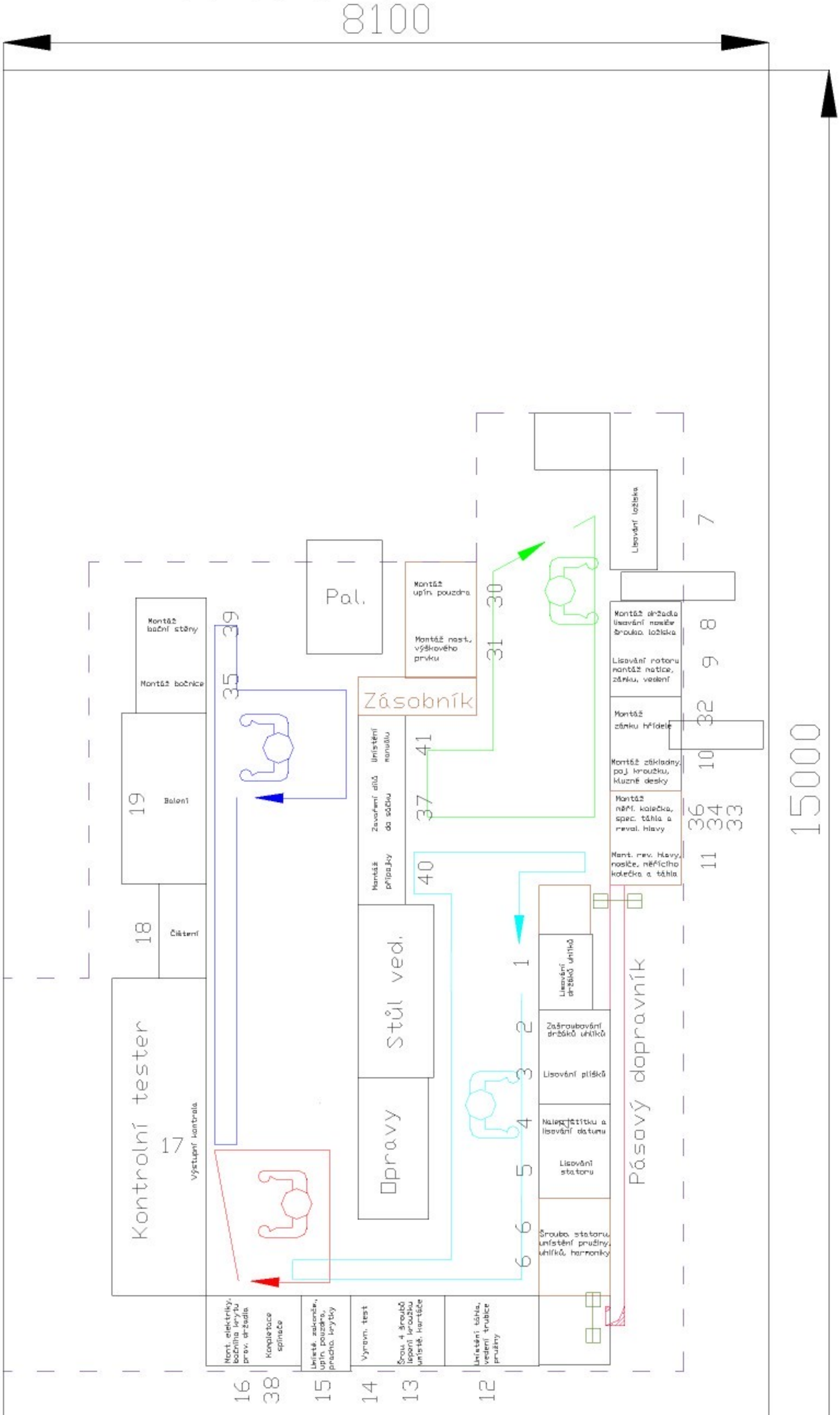
Příloha 14: Nákres (layout) materiálového toku - varianta B



Příloha 15: Nákres (layout) montážního toku - varianta C – 75ks/den



Příloha 16: Nákres (layout) pohybu operátorů- varianta C – 75ks/den

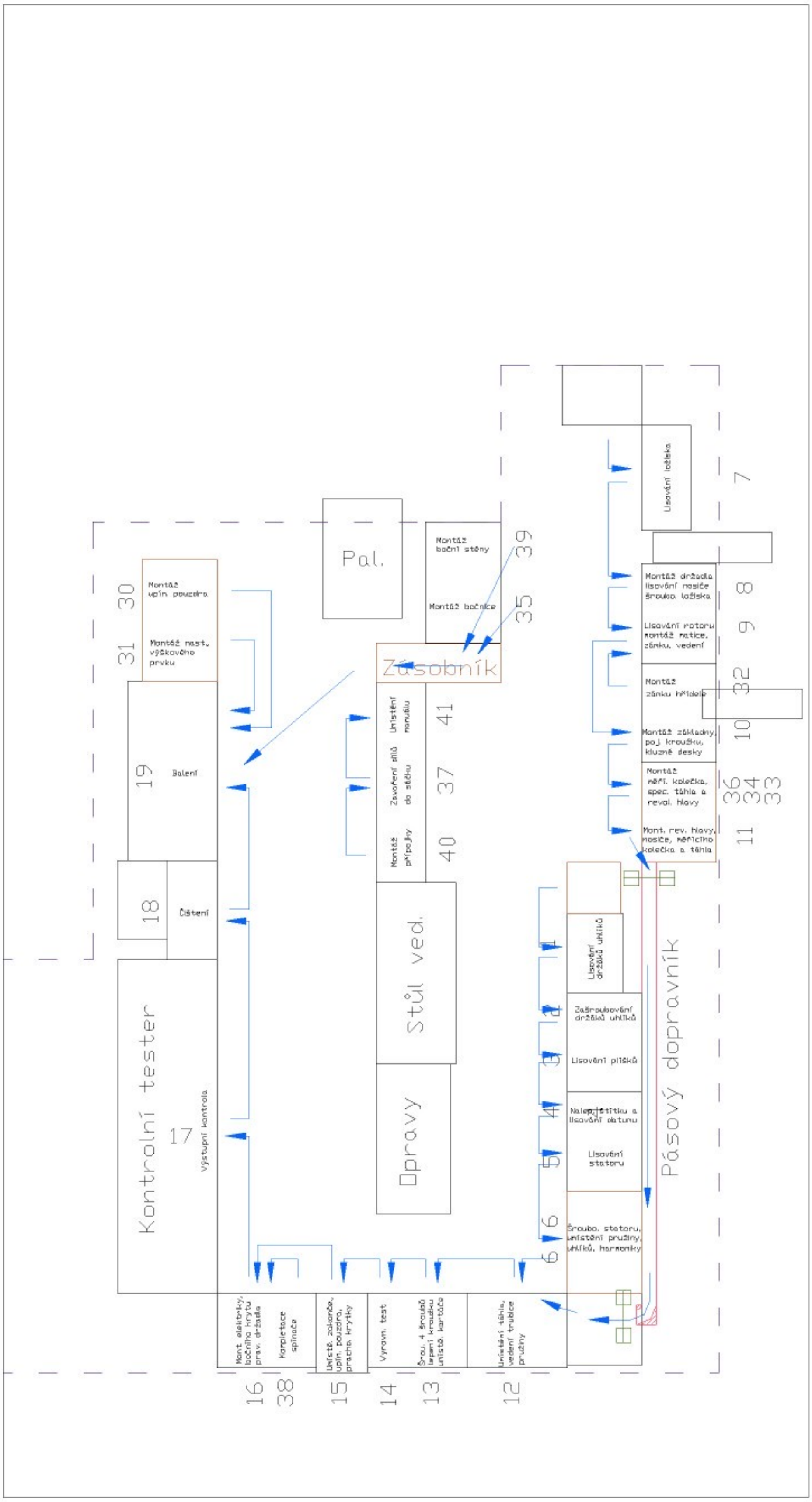


Příloha 17: Výpočet času práce operátorů - varianta C – 75ks/den

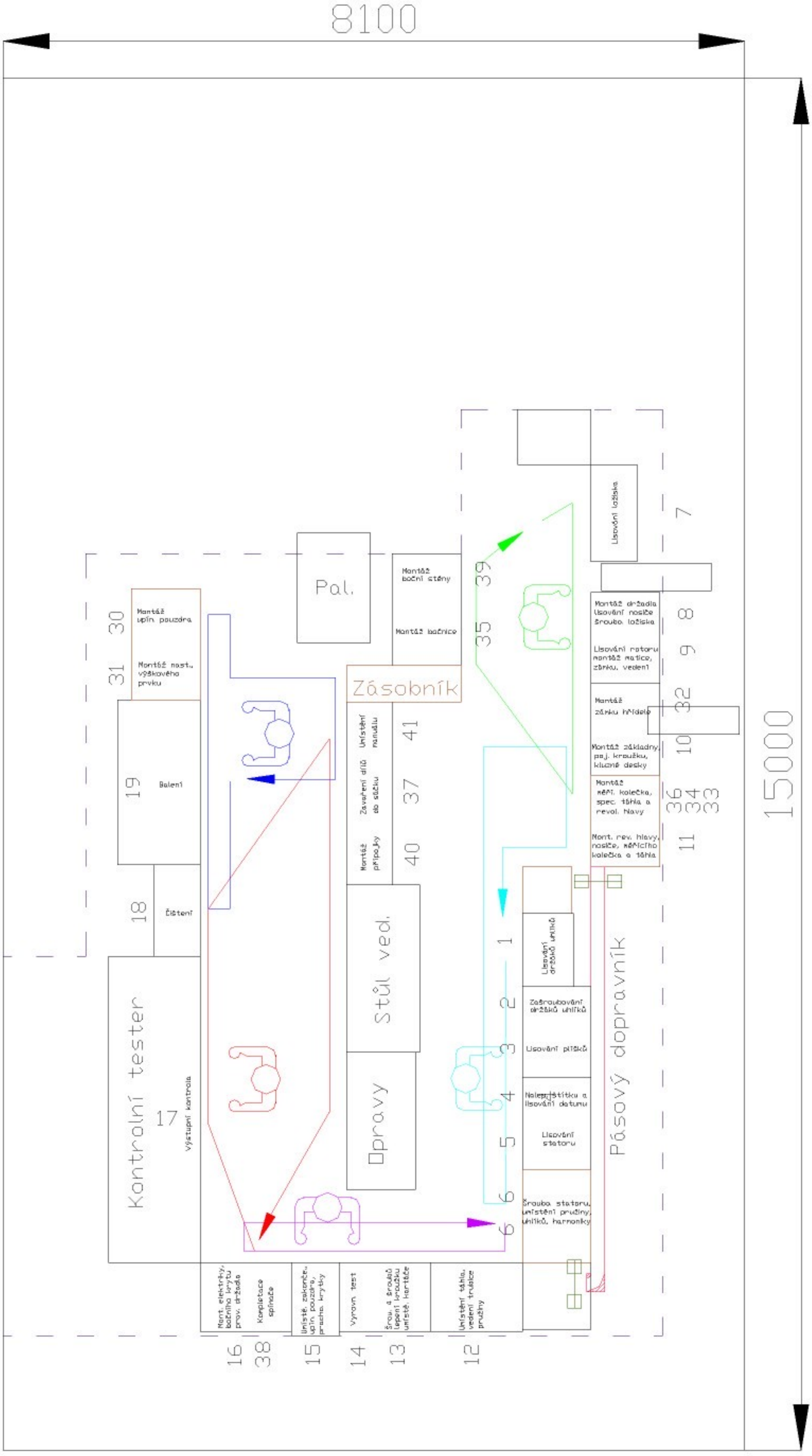
Výpočet času práce				
	Změřený čas		**Max. čas cyklu**	**Č. st.**
	[min]	**[s]**		
Operátor 1				
montáž držáků uhlíků, vyrovnávacího nářadí	0,183	11		**1**
lisování motorové skříně	0,067	4		**1**
zašroubování držáku uhlíků	0,167	10		**2**
umístění plíšků a lisování	0,200	12		**3**
nalepení štítku a lisování datumu	0,133	8		**4**
lisování statoru	0,133	8		**5**
zašroubování statoru	0,117	7		**6**
umístění spirálové pružiny	0,150	9		**6**
umístění uhlíků	0,233	14		**6**
umístění modulu a koncového uzávěru	0,083	5		**6**
montáž harmoniky	0,133	8		**6**
přemístění	0,067	4	v	
montáž revolverová hlavy, křídlo. šroubů a prachovky	0,617	37		**11**
montáž upínací souč., nosiče, měř. kolečka a táhla	0,333	20		**11**
umístění táhla	0,317	19		**12**
montáž vedení trubice a pružiny	0,183	11		**12**
vyrovnávání, zaš. čtyř šroubů,lepení mag. kroužku	0,450	27		**13**
umístění kartáče	0,300	18		**13**
vyrovnávací test	0,200	12		**14**
kompletace spínače	0,300	18	**p**	**38**
přemístění	0,167	10	v	
montáž přípojky	0,067	4	**p**	**40**
přemístění	0,067	4	v	
Čas cyklu práce operátora	4,667	**280**	**4,85**	
Operátor 2				
umístění a zavaření doplňkových dílů do sáčku	0,333	20	**p**	**37**
umístění manuálu do sáčku	0,050	3	**p**	**41**
přemístění	0,067	4	**v**	
montáž nastavovacího výškového prvku	0,700	42	**p**	**31**
montáž upínacího pouzdra	0,100	6	**p**	**30**
přemístění	0,067	4	**v**	
umístění součástí do lisu	0,183	11		**7**
lisování ložiska	0,067	4		**7**
montáž držadla před montáže, sestavení nosiče (lisování)	0,433	26		**8**
montáž a zašroubování pojistného ložiska	0,217	13		**8**
montáž, lisování rotoru a rotorové před montáže	0,117	7		**9**
mazání a montáž speciální matice	0,150	9		**9**
montáž zámku hřídele	0,133	8	**p**	**32**
zašroubování zámku	0,300	18		**9**
nasazení vedení vzduchu	0,067	4		**9**
montáž základny, poj. kroužku, kluzné desky	0,467	28		**10**
montáž měřící kolečko	0,083	5	**p**	**33**
kompletace revolverové hlavy	0,733	44	**p**	**36**
montáž speciálního táhla	0,350	21	**p**	**34**
přemístění	0,100	6	**v**	
Čas cyklu práce operátora	4,717	**283**	**4,85**	

Operátor 3 (vedoucí skupiny)				
umístění zakončení, zašroubování	0,500	30		**15**
montáž elektriky a bočního krytu	1,150	69		**16**
sestavení pravého držadla	0,500	30		**16**
umístění do testeru	0,133	8	v	
přemístění	0,067	4	v	
opravy	2,250	135	o	
Čas cyklu práce operátora	4,600	**276**	**4,85**	
Operátor 4				
výstupní kontrola a přenesení	0,167	10		**17**
čištění	1,500	90		**18**
štítkování+senzor	0,217	13		**18**
přemístění	0,067	4	v	
montáž boční stěny	0,733	44	**p**	**39**
montáž bočnice	0,850	51	**p**	**35**
přenesení a umístění doplňků	0,167	10	v	
balení	1,050	63		**19**
přemístění	0,100	6	v	
Čas cyklu práce operátora	4,850	**291**	**4,85**	
Suma času cyklů	18,83			
Max. čas cyklu	4,85	291		
Pracnost výrobku	19,40			
Počet operátorů	4			
BI	97,1%			
Denní výrobní dávka [ks]	75		92	
Hodinová výrobní dávka [ks]	10,0		12,3	
Čas taktu [min, s]	6,00	360	4,89	293
Časový fond práce 4 operátorů [h]	30			
Celkový čas potřebný pro splnění výrobní dávky [h]	24		30	
Efektivita linky	80,8%		99,2%	

Příloha 18: Nákres (layout) montážního toku - varianta C – 100ks/den



Příloha 19: Nákres (layout) pohybu operátorů - varianta C – 100ks/den

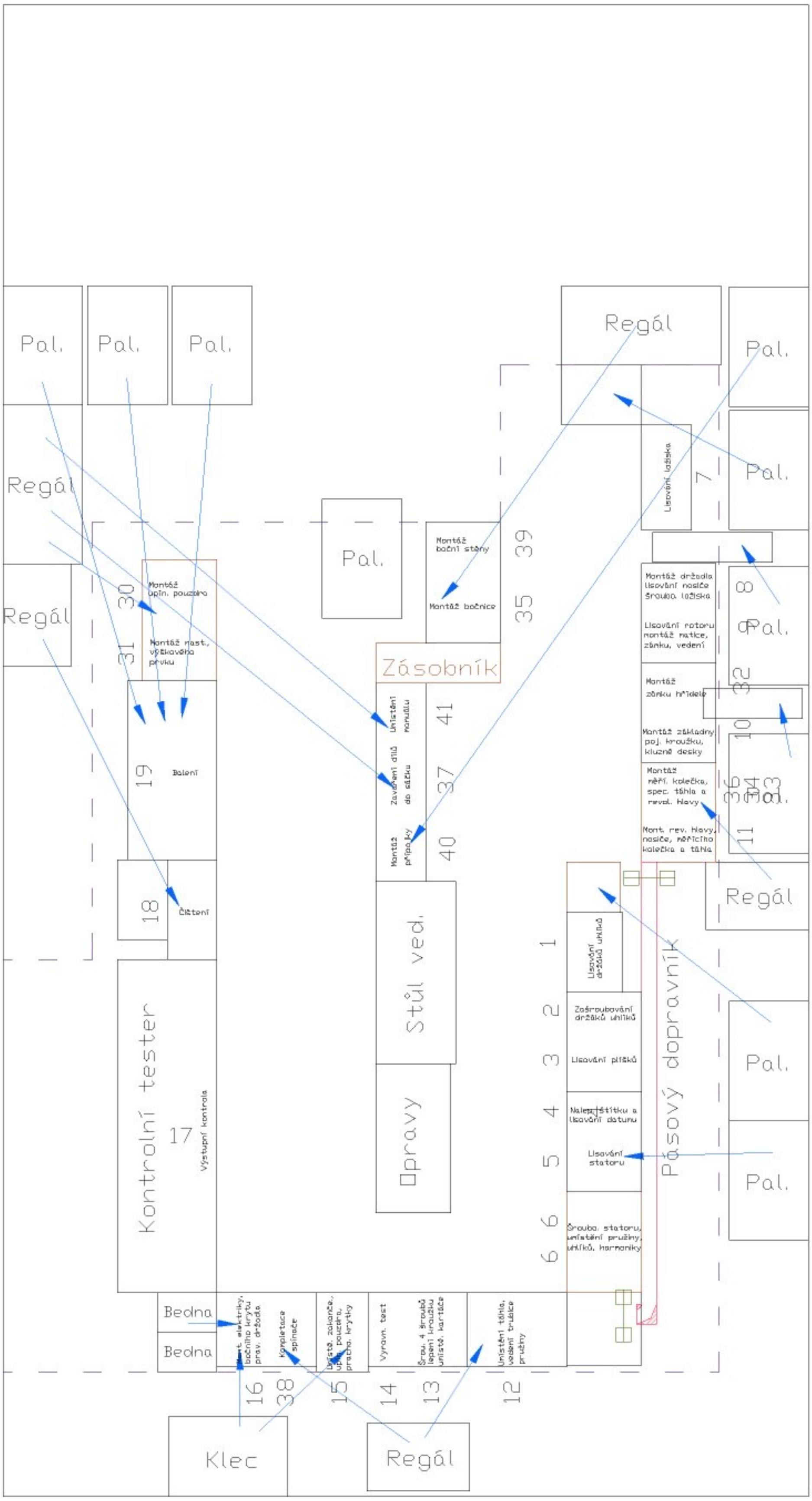


Příloha 20: Výpočet času práce operátorů - varianta C – 100ks/den

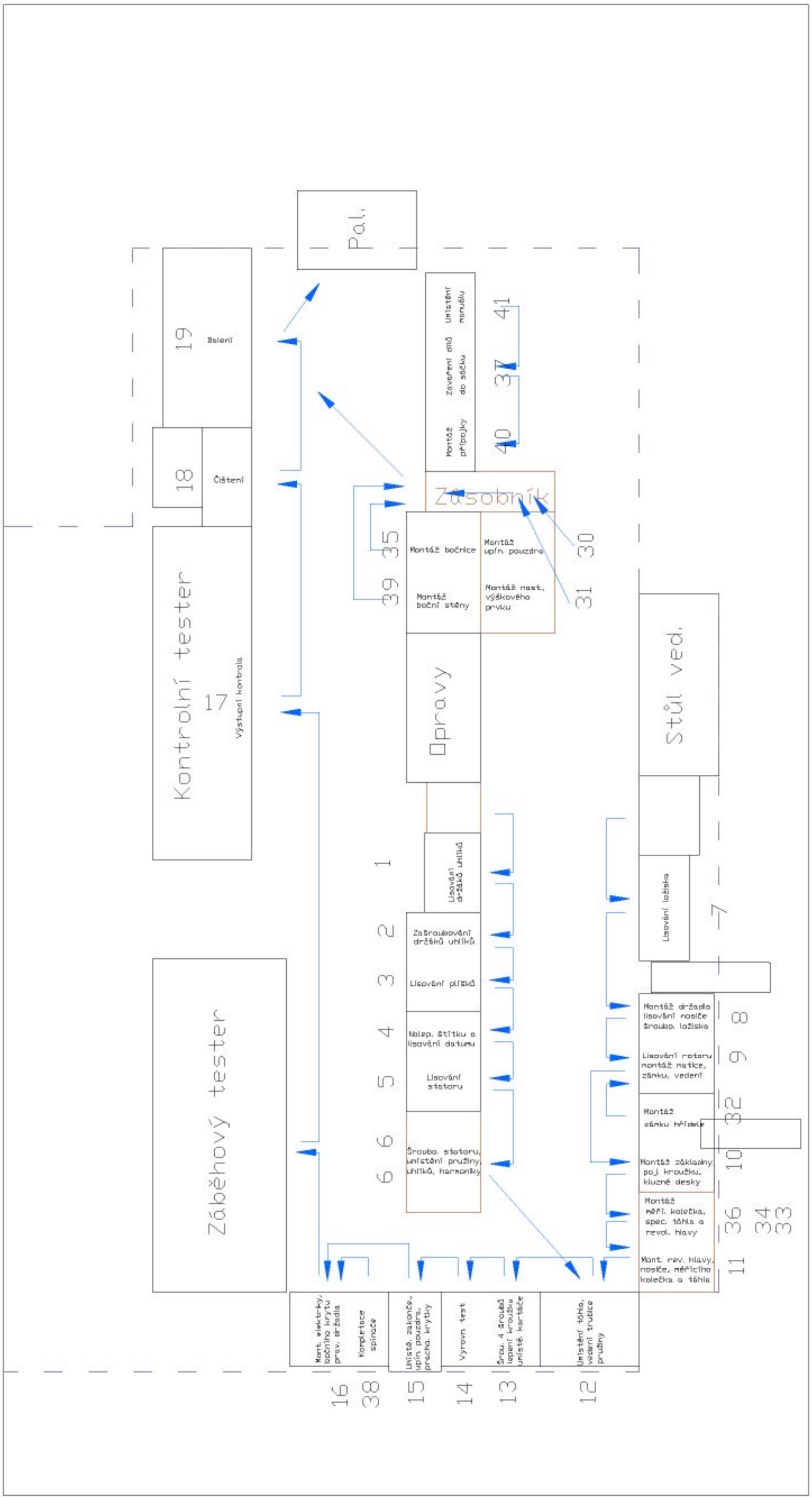
Výpočet času práce				
	Změřený čas		**Max. čas cyklu**	**Č. st.**
	[min]	**[s]**		
Operátor 1				
montáž základny, poj. kroužku, kluzné desky	0,467	28		**10**
montáž měřící kolečko	0,083	5	**p**	**33**
kompletace revolverové hlavy	0,733	44	**p**	**36**
montáž revolverová hlavy, křídlo. šroubů a prachovky	0,617	37		**11**
montáž upínací souč., nosiče, měř. kolečka a táhla	0,333	20		**11**
přemístění	0,067	4	v	
montáž držáků uhlíků, vyrovnávacího nářadí	0,183	11		**1**
lisování motorové skříně	0,067	4		**1**
zašroubování držáku uhlíků	0,167	10		**2**
umístění plíšků a lisování	0,200	12		**3**
nalepení štítku a lisování datumu	0,133	8		**4**
lisování statoru	0,133	8		**5**
zašroubování statoru	0,117	7		**6**
umístění spirálové pružiny	0,150	9		**6**
umístění uhlíků	0,233	14		**6**
přemístění	0,133	8	v	
Čas cyklu práce operátora	3,817	**229**	**3,83**	
Operátor 2				
montáž boční stěny	0,733	44	**p**	**39**
montáž bočnice	0,850	51	**p**	**35**
přemístění	0,067	4	**v**	
umístění součástí do lisu	0,183	11		**7**
lisování ložiska	0,067	4		**7**
montáž držadla před montáže, sestavení nosiče (lisování)	0,433	26		**8**
montáž a zašroubování pojistného ložiska	0,217	13		**8**
montáž, lisování rotoru a rotorové před montáže	0,117	7		**9**
mazání a montáž speciální matice	0,150	9		**9**
montáž zámku hřídele	0,133	8	**p**	**32**
zašroubování zámku	0,300	18		**9**
nasazení vedení vzduchu	0,067	4		**9**
montáž speciálního táhla	0,350	21	**p**	**34**
přemístění	0,067	4	**v**	
Čas cyklu práce operátora	3,733	**224**	**3,83**	
Operátor 3 (vedoucí skupiny)				
sestavení pravého držadla	0,500	30		**16**
umístění do testeru	0,133	8	v	
výstupní kontrola a přenesení	0,167	10		**17**
přemístění	0,067	4	v	
umístění manuálu do sáčku	0,050	3	**p**	**41**
umístění a zavaření doplňkových dílů do sáčku	0,333	20	**p**	**37**
montáž přípojky	0,067	4	**p**	**40**
přemístění	0,083	5	v	
opravy	2,250	135	o	
Čas cyklu práce operátora	3,650	**219**	**3,83**	

Operátor 4				
montáž harmoniky	0,133	8		**6**
umístění modulu a koncového uzávěru	0,083	5		**6**
umístění táhla	0,317	19		**12**
montáž vedení trubice a pružiny	0,183	11		**12**
vyrovnávání, zaš. čtyř šroubů,lepení mag. kroužku	0,450	27		**13**
umístění kartáče	0,300	18		**13**
vyrovnávací test	0,200	12		**14**
umístění zakončení, zašroubování	0,500	30		**15**
kompletace spínače	0,300	18	**p**	**38**
montáž elektriky a bočního krytu	1,150	69		**16**
přemístění	0,100	6	v	
Čas cyklu práce operátora	3,717	**223**	**3,83**	
Operátor 5				
čištění	1,500	90		**18**
štítkování+senzor	0,217	13		**18**
přemístění	0,067	4	v	
montáž nastavovacího výškového prvku	0,700	42	**p**	**31**
montáž upínacího pouzdra	0,100	6	**p**	**30**
přenesení a umístění doplňků	0,167	10	v	
balení	1,050	63		**19**
přemístění	0,033	2	v	
Čas cyklu práce operátora	3,833	**230**	**3,83**	
Suma času cyklů	18,75			
Max. čas cyklu	3,83	230		
Pracnost výrobku	19,17			
Počet operátorů	5			
BI	97,8%			
Denní výrobní dávka [ks]	100		117	
Hodinová výrobní dávka [ks]	13,3		15,6	
Čas taktu [min, s]	4,50	270	3,85	231
Časový fond práce 5 operátorů [h]	37,5			
Celkový čas potřebný pro splnění výrobní dávky [h]	32		37	
Efektivita linky	85,2%		99,7%	

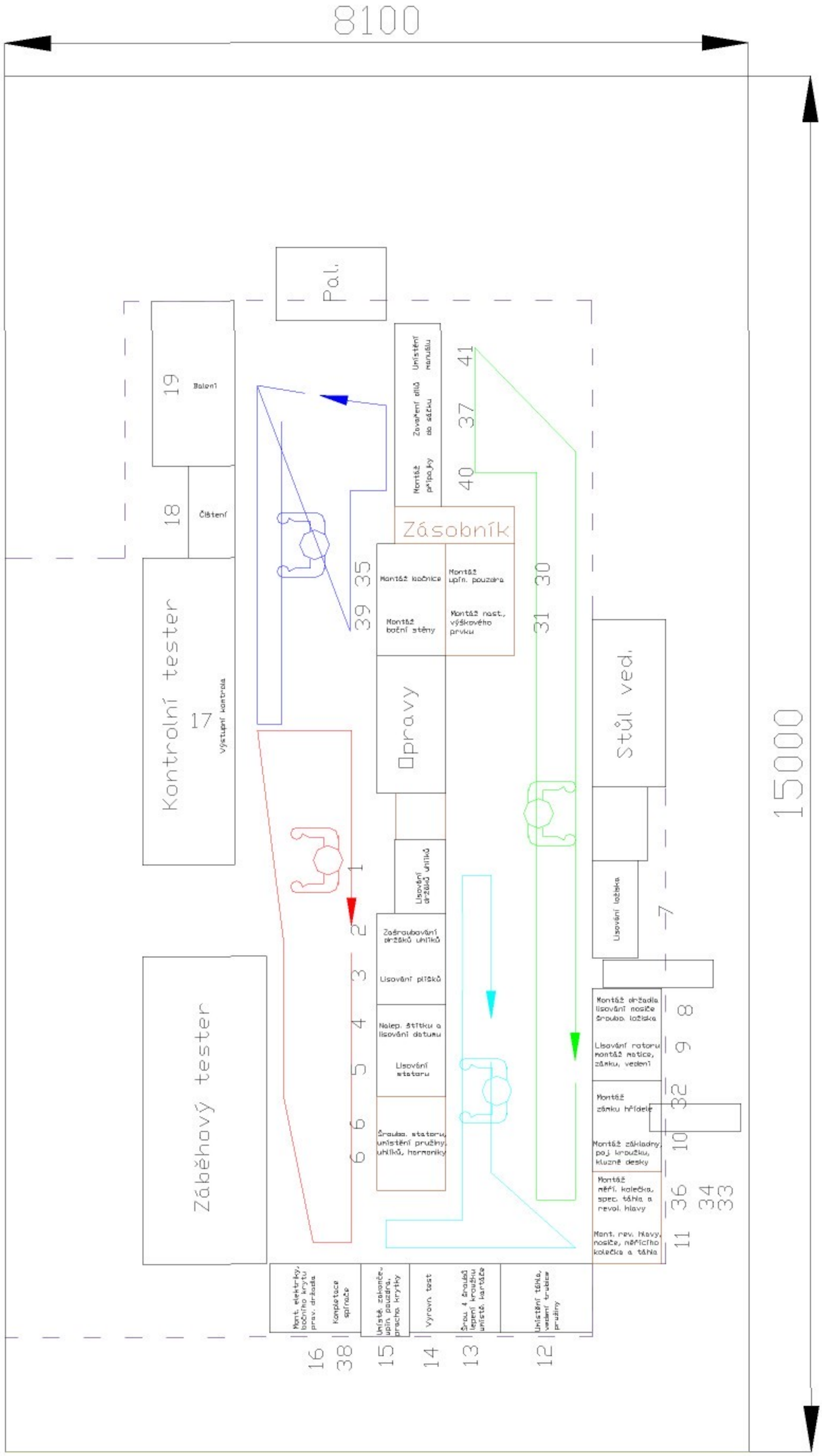
Příloha 21: Nákres (layout) materiálového toku - varianta C



Příloha 22: Nákres (layout) montážního toku - varianta D – 75ks/den



Příloha 23: Nákres (layout) pohybu operátorů- varianta D – 75ks/den

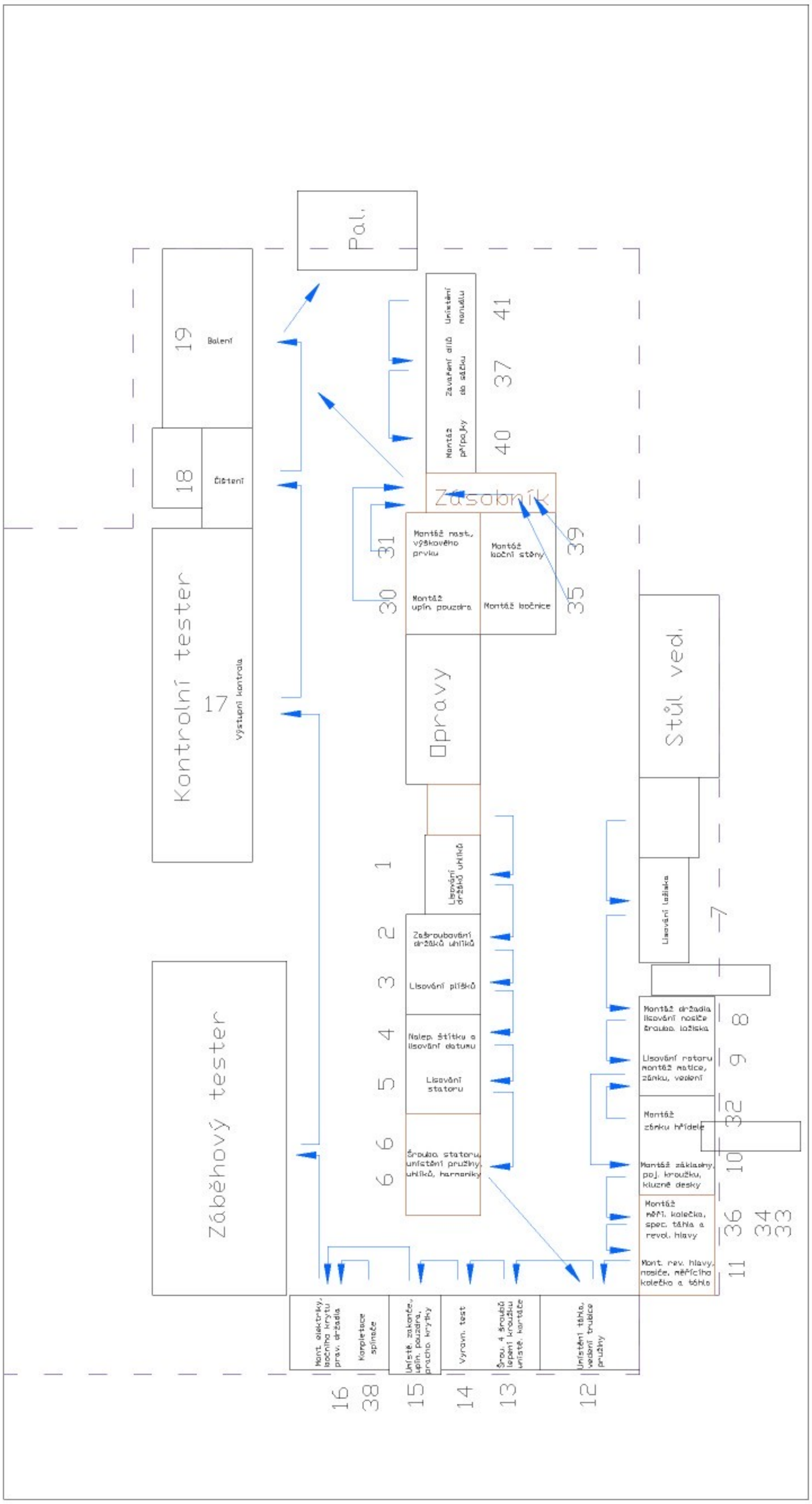


Příloha 24: Výpočet času práce operátorů - varianta D – 75ks/den

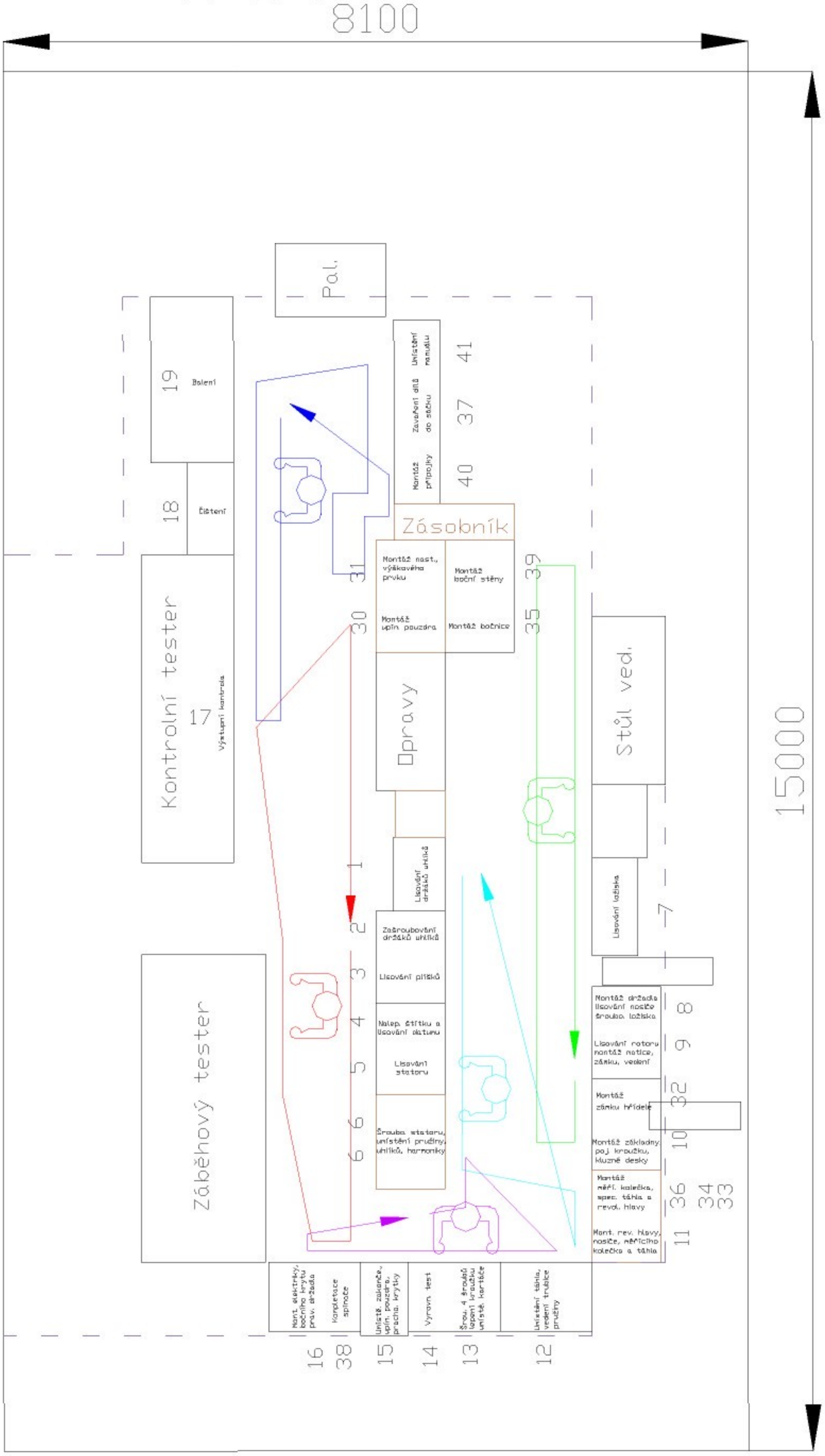
Výpočet času práce				
	Změřený čas			Č. st.
	[min]	[s]	Max. čas cyklu	
Operátor 1				
montáž držáků uhlíků, vyrovnávacího nářadí	0,183	11		**1**
lisování motorové skříně	0,067	4		**1**
zašroubování držáku uhlíků	0,167	10		**2**
umístění plíšků a lisování	0,200	12		**3**
nalepení štítku a lisování datumu	0,133	8		**4**
lisování statoru	0,133	8		**5**
zašroubování statoru	0,117	7		**6**
umístění spirálové pružiny	0,150	9		**6**
umístění uhlíků	0,233	14		**6**
umístění modulu a koncového uzávěru	0,083	5		**6**
montáž harmoniky	0,133	8		**6**
přenesení montáže na stůl 12.	0,067	4	v	
montáž revolverová hlavy, křídlo. šroubů a prachovky	0,617	37		**11**
montáž upínací souč., nosiče, měř. kolečka a táhla	0,333	20		**11**
umístění táhla	0,317	19		**12**
montáž vedení trubice a pružiny	0,183	11		**12**
vyrovnávání, zaš. čtyř šroubů,lepení mag. kroužku	0,450	27		**13**
umístění kartáče	0,300	18		**13**
vyrovnávací test	0,200	12		**14**
umístění zakončení, zašroubování	0,500	30		**15**
přemístění	0,133	8	v	
Čas cyklu práce operátora	4,700	**282**	**4,88**	
Operátor 2				
montáž nastavovacího výškového prvku	0,700	42	**p**	**31**
montáž upínacího pouzdra	0,100	6	**p**	**30**
přemístění	0,067	4	**v**	
montáž přípojky	0,067	4	**p**	**40**
umístění a zavaření doplňkových dílů do sáčku	0,333	20	**p**	**37**
umístění manuálu do sáčku	0,050	3	**p**	**41**
přemístění	0,133	8	**v**	
umístění součástí do lisu	0,183	11		**7**
lisování ložiska	0,067	4		**7**
montáž držadla před montáže, sestavení nosiče (lisování)	0,433	26		**8**
montáž a zašroubování pojistného ložiska	0,217	13		**8**
montáž, lisování rotoru a rotorové před montáže	0,117	7		**9**
mazání a montáž speciální matice	0,150	9		**9**
montáž zámku hřídele	0,133	8	**p**	**32**
zašroubování zámku	0,300	18		**9**
nasazení vedení vzduchu	0,067	4		**9**
montáž základny, poj. kroužku, kluzné desky	0,467	28		**10**
montáž měřící kolečko	0,083	5	**p**	**33**
montáž speciálního táhla	0,350	21	**p**	**34**
kompletace revolverové hlavy	0,733	44	**p**	**36**
přemístění	0,133	8	**v**	
Čas cyklu práce operátora	4,883	**293**	**4,88**	

Operátor 3 (vedoucí skupiny)				
kompletace spínače	0,300	18	**p**	**38**
montáž elektriky a bočního krytu	1,150	69		**16**
sestavení pravého držadla	0,500	30		**16**
umístění do testeru	0,133	8	v	
vyjmutí a umístění do druhého testeru	0,300	18	v	
přemístění	0,100	6	v	
opravy	2,250	135	o	
Čas cyklu práce operátora	4,733	**284**	**4,88**	
Operátor 4				
výstupní kontrola a přenesení	0,167	10		**17**
čištění	1,500	90		**18**
štítkování+senzor	0,217	13		**18**
přemístění	0,067	4	v	
montáž boční stěny	0,733	44	**p**	**39**
montáž bočnice	0,850	51	**p**	**35**
přenesení a umístění doplňků	0,167	10	v	
balení	1,050	63		**19**
přemístění	0,100	6	v	
Čas cyklu práce operátora	4,850	**291**	**4,88**	
Suma času cyklů	19,17			
Max. čas cyklu	4,88	293		
Pracnost výrobku	19,53			
Počet operátorů	4			
BI	98,1%			
Denní výrobní dávka [ks]	75		92	
Hodinová výrobní dávka [ks]	10,0		12,3	
Čas taktu [min, s]	6,00	360	4,89	293
Časový fond práce 4 operátorů [h]	30			
Celkový čas potřebný pro splnění výrobní dávky [h]	24		30	
Efektivita linky	81,4%		99,8%	

Příloha 25: Nákres (layout) montážního toku - varianta D – 100ks/den



Příloha 26: Nákres (layout) pohybu operátorů- varianta D – 100ks/den

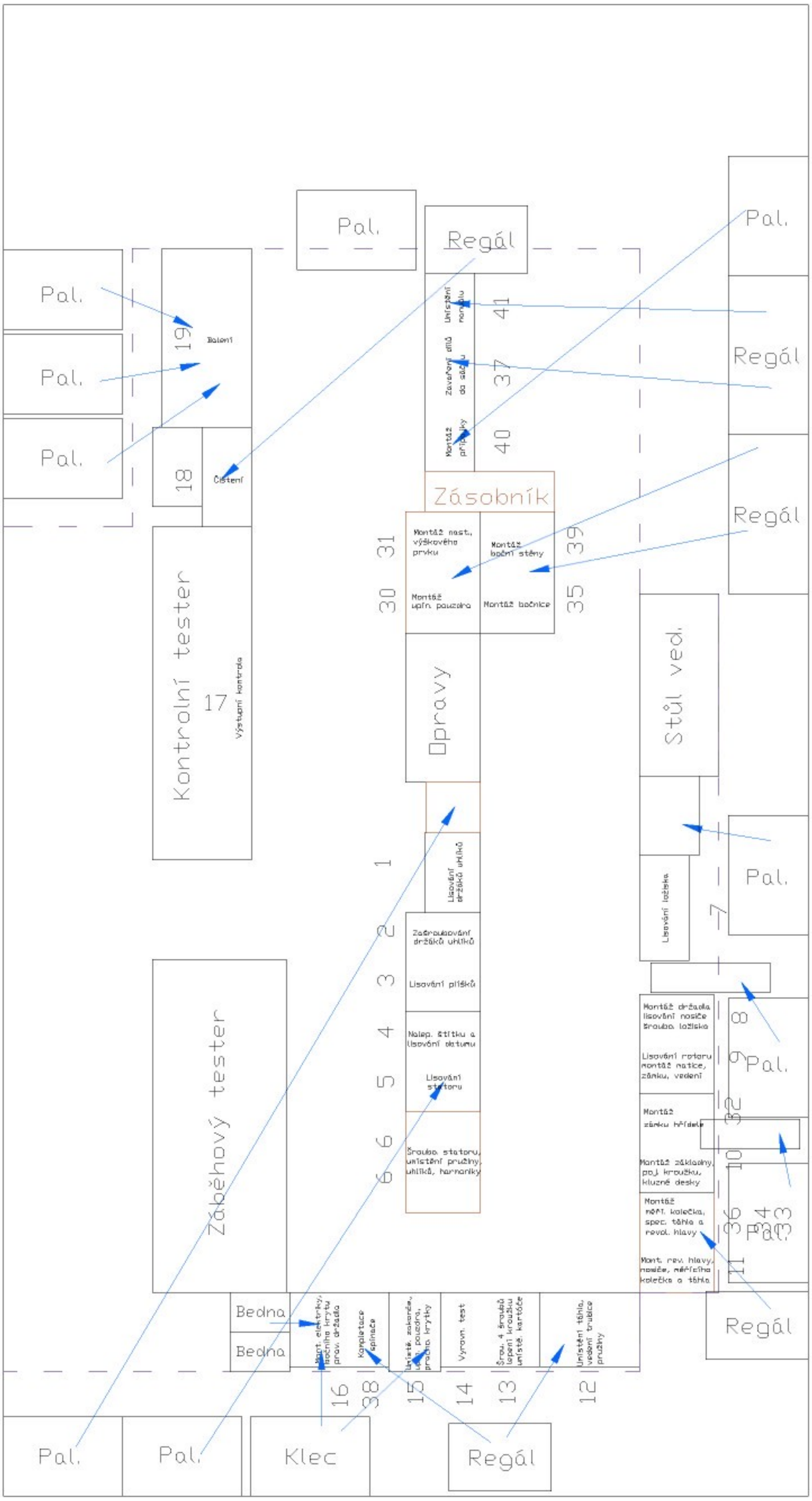


Příloha 27: Výpočet času práce operátorů - varianta D – 100ks/den

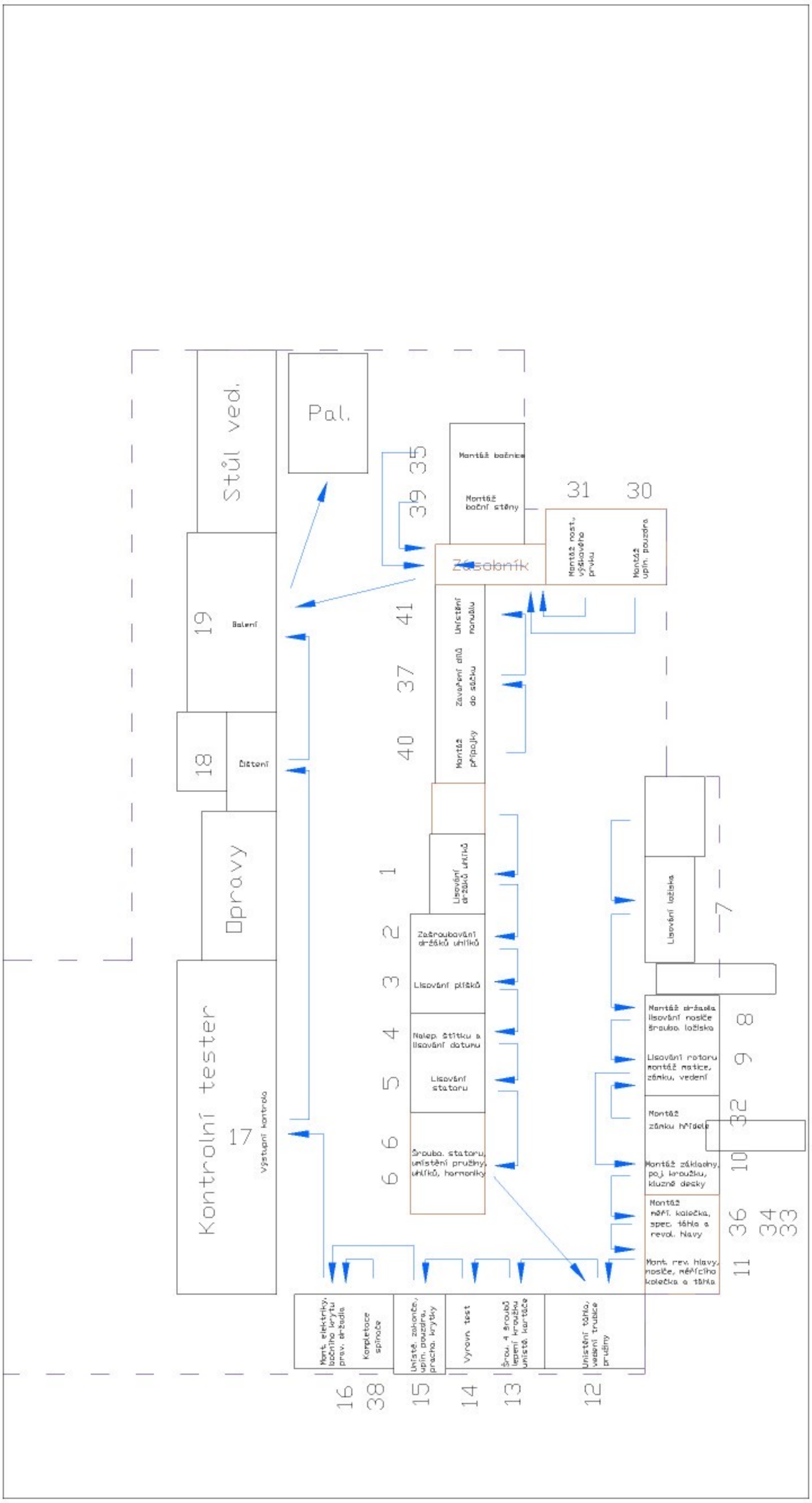
Výpočet času práce				
	Změřený čas			Č. st.
	[min]	[s]	Max. čas cyklu	
Operátor 1				
montáž držáků uhlíků, vyrovnávacího nářadí	0,183	11		**1**
lisování motorové skříně	0,067	4		**1**
zašroubování držáku uhlíků	0,167	10		**2**
umístění plíšků a lisování	0,200	12		**3**
nalepení štítku a lisování datumu	0,133	8		**4**
lisování statoru	0,133	8		**5**
zašroubování statoru	0,117	7		**6**
umístění spirálové pružiny	0,150	9		**6**
umístění uhlíků	0,233	14		**6**
umístění modulu a koncového uzávěru	0,083	5		**6**
montáž harmoniky	0,133	8		**6**
přemístění	0,067	4	v	
montáž měřící kolečko	0,083	5	**p**	**33**
montáž speciálního táhla	0,350	21	**p**	**34**
kompletace revolverové hlavy	0,733	44	**p**	**36**
montáž revolverová hlavy, křídlo. šroubů a prachovky	0,617	37		**11**
montáž upínací souč., nosiče, měř. kolečka a táhla	0,333	20		**11**
přemístění	0,133	8	v	
Čas cyklu práce operátora	3,917	**235**	**3,93**	
Operátor 2				
montáž boční stěny	0,733	44	**p**	**39**
montáž bočnice	0,850	51	**p**	**35**
přemístění	0,083	5	**v**	
umístění součástí do lisu	0,183	11		**7**
lisování ložiska	0,067	4		**7**
montáž držadla před montáže, sestavení nosiče (lisování)	0,433	26		**8**
montáž a zašroubování pojistného ložiska	0,217	13		**8**
montáž, lisování rotoru a rotorové před montáže	0,117	7		**9**
mazání a montáž speciální matice	0,150	9		**9**
montáž zámku hřídele	0,133	8	**p**	**32**
zašroubování zámku	0,300	18		**9**
nasazení vedení vzduchu	0,067	4		**9**
montáž základny, poj. kroužku, kluzné desky	0,467	28		**10**
přemístění	0,133	8	**v**	
Čas cyklu práce operátora	3,933	**236**	**3,93**	
Operátor 3 (vedoucí skupiny)				
kompletace spínače	0,300	18	**p**	**38**
umístění do testeru	0,133	8	v	
vyjmutí a umístění do druhého testeru	0,300	18	v	
přemístění	0,067	4	v	
montáž nastavovacího výškového prvku	0,700	42	**p**	**31**
přemístění	0,117	7	v	
opravy	2,250	135	o	
Čas cyklu práce operátora	3,867	**232**	**3,93**	

Operátor 4				
přenesení montáže na stůl 12.	0,067	4	v	
umístění táhla	0,317	19		**12**
montáž vedení trubice a pružiny	0,183	11		**12**
vyrovnávání, zaš. čtyř šroubů,lepení mag. kroužku	0,450	27		**13**
umístění kartáče	0,300	18		**13**
vyrovnávací test	0,200	12		**14**
umístění zakončení, zašroubování	0,500	30		**15**
montáž elektriky a bočního krytu	1,150	69		**16**
sestavení pravého držadla	0,500	30		**16**
přemístění	0,100	6	v	
Čas cyklu práce operátora	3,767	**226**	**3,93**	
Operátor 5				
výstupní kontrola a přenesení	0,167	10		**17**
čištění	1,500	90		**18**
štítkování+senzor	0,217	13		**18**
přemístění	0,067	4	v	
umístění a zavaření doplňkových dílů do sáčku	0,333	20	**p**	**37**
montáž přípojky	0,067	4	**p**	**40**
umístění manuálu do sáčku	0,050	3	**p**	**41**
přemístění	0,067	4	v	
montáž upínacího pouzdra	0,100	6	**p**	**30**
přenesení a umístění doplňků	0,167	10	v	
balení	1,050	63		**19**
přemístění	0,100	6	v	
Čas cyklu práce operátora	3,883	**233**	**3,93**	
Suma času cyklů	19,37			
Max. čas cyklu	3,93	236		
Pracnost výrobku	19,67			
Počet operátorů	5			
BI	98,5%			
Denní výrobní dávka [ks]	100		114	
Hodinová výrobní dávka [ks]	13,3		15,2	
Čas taktu [min, s]	5	270	4	237
Časový fond práce 5 operátorů [h]	37,5			
Celkový čas potřebný pro splnění výrobní dávky [h]	33		37	
Efektivita linky	87,4%		99,6%	

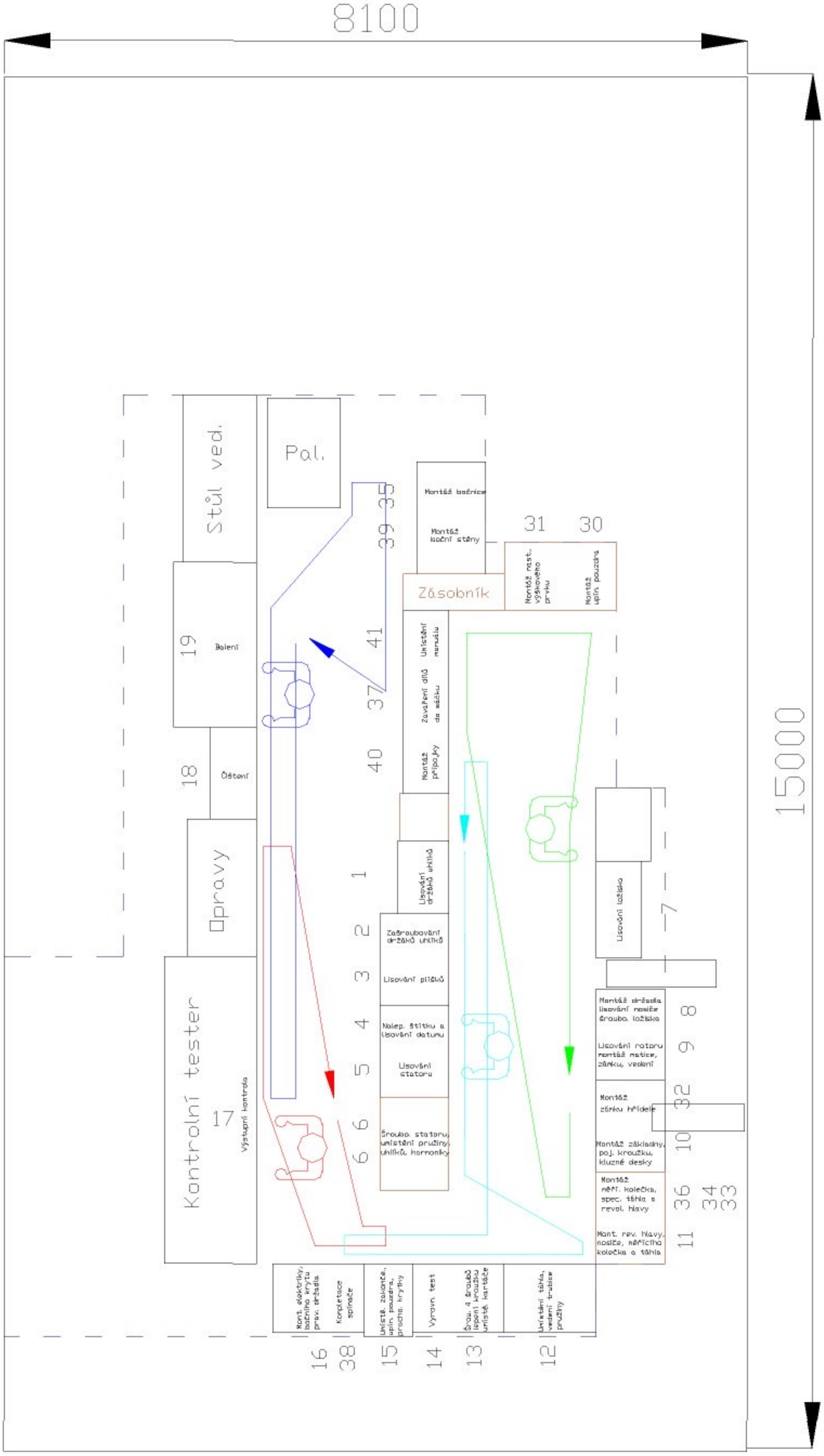
Příloha 28: Nákres (layout) materiálového toku - varianta D



Příloha 29: Nákres (layout) montážního toku - varianta E – 75ks/den



Příloha 30: Nákres (layout) pohybu operátorů- varianta E – 75ks/den

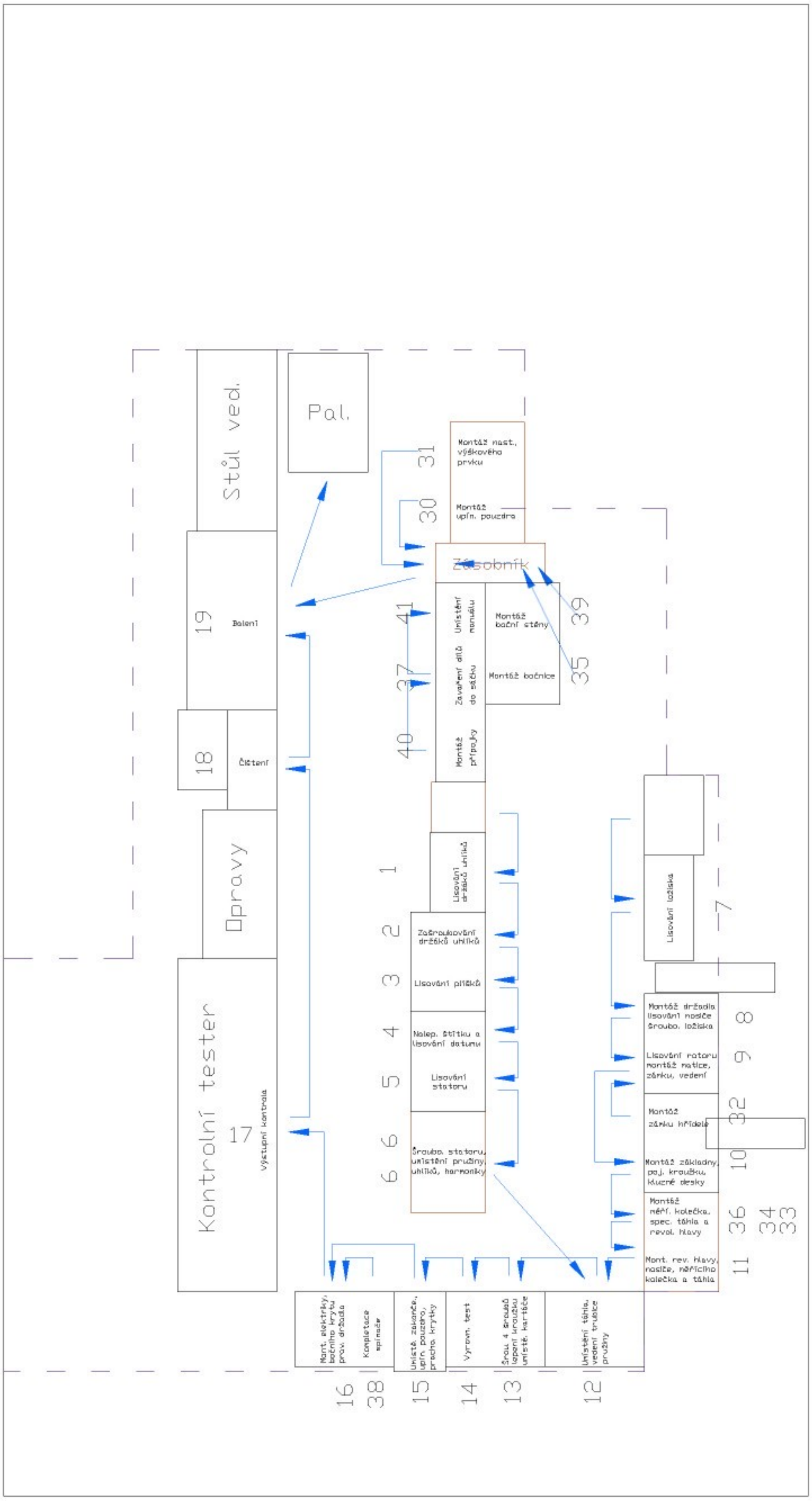


Příloha 31: Výpočet času práce operátorů - varianta E – 75ks/den

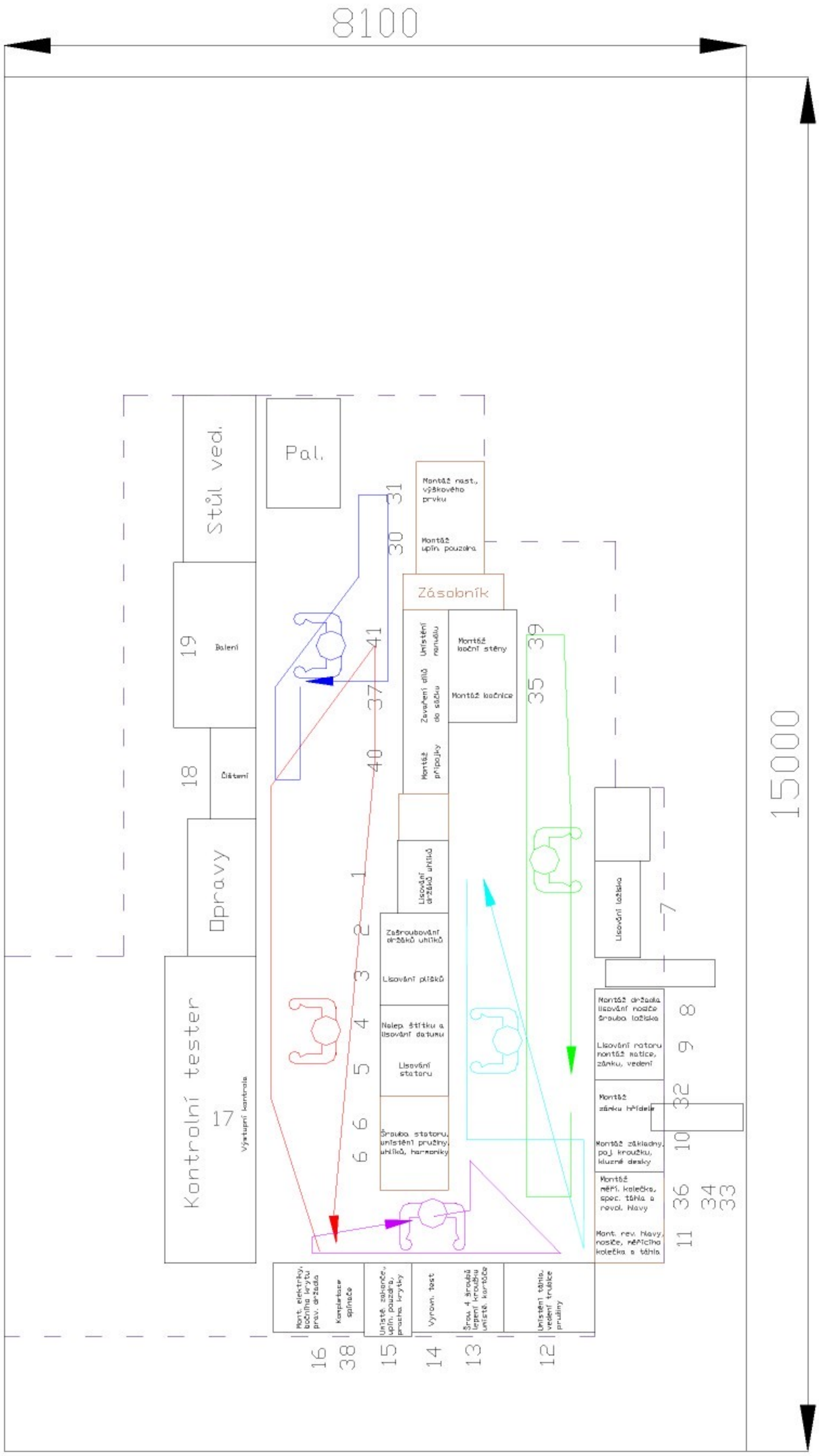
Výpočet času práce				
	Změřený čas		Max. čas cyklu	Č. st.
	[min]	[s]		
Operátor 1				
montáž revolverová hlavy, křídlo. šroubů a prachovky	0,617	37		**11**
montáž upínací souč., nosiče, měř. kolečka a táhla	0,333	20		**11**
přemístění	0,150	9	v	
montáž přípojky	0,067	4	**p**	**40**
přemístění	0,067	4	v	
montáž držáků uhlíků, vyrovnávacího nářadí	0,183	11		**1**
lisování motorové skříně	0,067	4		**1**
zašroubování držáku uhlíků	0,167	10		**2**
umístění plíšků a lisování	0,200	12		**3**
nalepení štítku a lisování datumu	0,133	8		**4**
lisování statoru	0,133	8		**5**
zašroubování statoru	0,117	7		**6**
umístění spirálové pružiny	0,150	9		**6**
umístění uhlíků	0,233	14		**6**
umístění modulu a koncového uzávěru	0,083	5		**6**
montáž harmoniky	0,133	8		**6**
přenesení montáže na stůl 12.	0,067	4	v	
umístění táhla	0,317	19		**12**
montáž vedení trubice a pružiny	0,183	11		**12**
vyrovnávání, zaš. čtyř šroubů,lepení mag. kroužku	0,450	27		**13**
umístění kartáče	0,300	18		**13**
vyrovnávací test	0,200	12		**14**
kompletace spínače	0,300	18	**p**	**38**
přemístění	0,100	6	v	
Čas cyklu práce operátora	4,750	**285**	**4,92**	
Operátor 2				
umístění a zavaření doplňkových dílů do sáčku	0,333	20	**p**	**37**
umístění manuálu do sáčku	0,050	3	**p**	**41**
přemístění	0,067	4	**v**	
montáž nastavovacího výškového prvku	0,700	42	**p**	**31**
montáž upínacího pouzdra	0,100	6	**p**	**30**
přemístění	0,100	6	**v**	
umístění součástí do lisu	0,183	11		**7**
lisování ložiska	0,067	4		**7**
montáž držadla před montáže, sestavení nosiče (lisování)	0,433	26		**8**
montáž a zašroubování pojistného ložiska	0,217	13		**8**
montáž, lisování rotoru a rotorové před montáže	0,117	7		**9**
mazání a montáž speciální matice	0,150	9		**9**
montáž zámku hřídele	0,133	8	**p**	**32**
zašroubování zámku	0,300	18		**9**
nasazení vedení vzduchu	0,067	4		**9**
montáž základny, poj. kroužku, kluzné desky	0,467	28		**10**
montáž měřící kolečko	0,083	5	**p**	**33**
kompletace revolverové hlavy	0,733	44	**p**	**36**
montáž speciálního táhla	0,350	21	**p**	**34**
přemístění	0,167	10	**v**	

Čas cyklu práce operátora	4,817	**289**	**4,92**	
Operátor 3 (vedoucí skupiny)				
umístění zakončení, zašroubování	0,500	30		**15**
montáž elektriky a bočního krytu	1,150	69		**16**
sestavení pravého držadla	0,500	30		**16**
umístění do testeru	0,133	8	v	
přemístění	0,067	4	v	
opravy	2,250	135	o	
Čas cyklu práce operátora	4,600	**276**	**4,92**	
Operátor 4				
výstupní kontrola a přenesení	0,200	12		**17**
čištění	1,500	90		**18**
štítkování+senzor	0,217	13		**18**
přemístění	0,100	6	v	
montáž boční stěny	0,733	44	**p**	**39**
montáž bočnice	0,850	51	**p**	**35**
přenesení a umístění doplňků	0,167	10	v	
balení	1,050	63		**19**
přemístění	0,100	6	v	
Čas cyklu práce operátora	4,917	**295**	**4,92**	
Suma času cyklů	19,08			
Max. čas cyklu	4,92	295		
Pracnost výrobku	19,67			
Počet operátorů	4			
BI	97,0%			
Denní výrobní dávka [ks]	75		91	
Hodinová výrobní dávka [ks]	10		12,1	
Čas taktu [min, s]	6,00	360	4,95	297
Časový fond práce 4 operátorů [h]	30			
Celkový čas potřebný pro splnění výrobní dávky [h]	25		30	
Efektivita linky	81,9%		99,4%	

Příloha 32: Nákres (layout) montážního toku - varianta E – 100ks/den

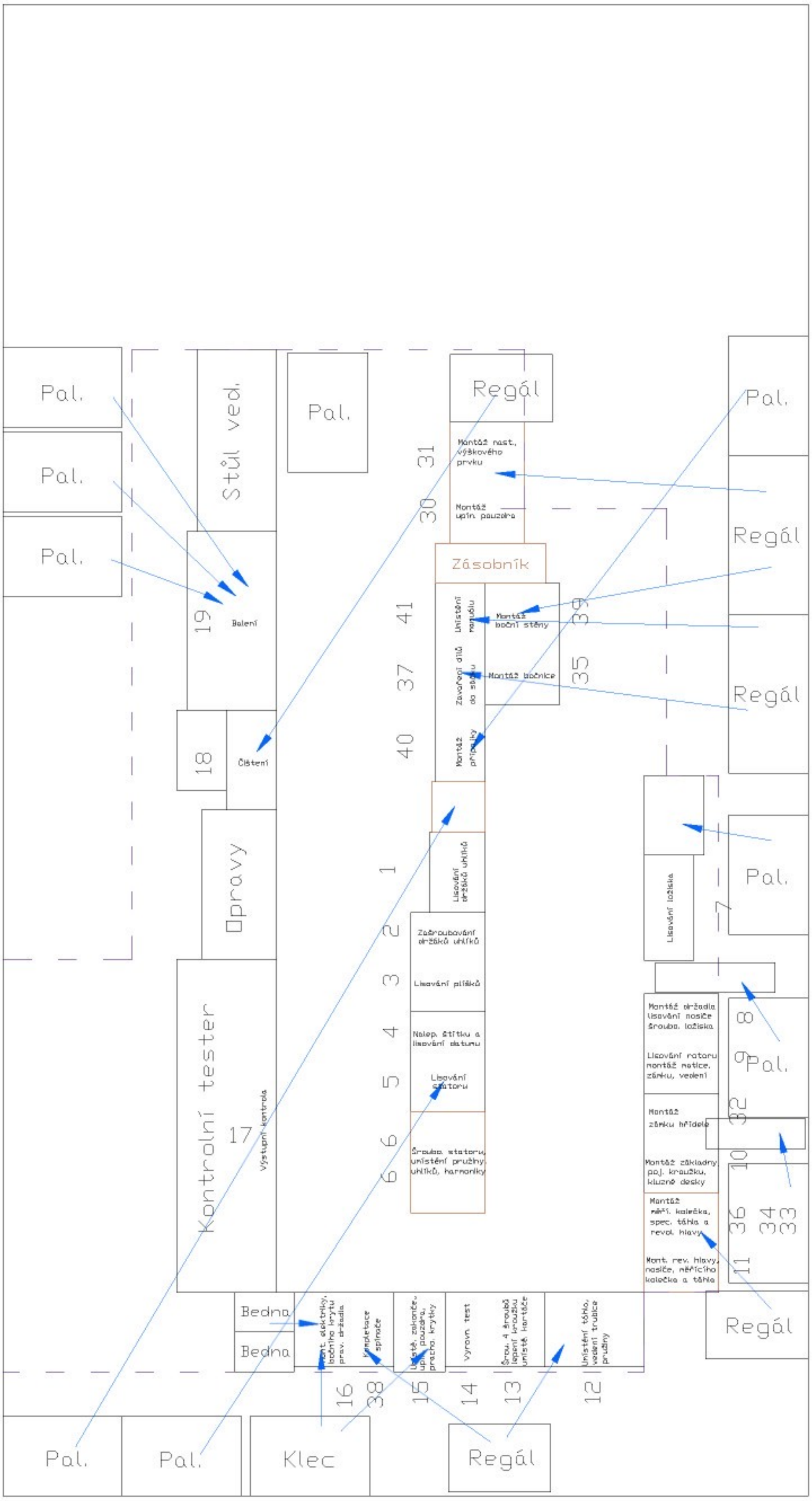


Příloha 33: Nákres (layout) pohybu operátorů- varianta E – 100ks/den



Příloha 34: Výpočet času práce operátorů - varianta E – 100ks/den

Výpočet času práce				
	Změřený čas [min]	[s]	Max. čas cyklu	Č. st.
Operátor 1				
montáž základny, poj. kroužku, kluzné desky	0,467	28		10
montáž měřící kolečko	0,083	5	p	33
kompletace revolverové hlavy	0,733	44	p	36
montáž revolverová hlavy, křídlo. šroubů a prachovky	0,617	37		11
montáž upínací souč., nosiče, měř. kolečka a táhla	0,333	20		11
přemístění	0,133	8	v	
montáž držáků uhlíků, vyrovnávacího nářadí	0,183	11		1
lisování motorové skříně	0,067	4		1
zašroubování držáku uhlíků	0,167	10		2
umístění plíšků a lisování	0,200	12		3
nalepení štítku a lisování datumu	0,133	8		4
lisování statoru	0,133	8		5
zašroubování statoru	0,117	7		6
umístění spirálové pružiny	0,150	9		6
umístění uhlíků	0,233	14		6
přemístění	0,133	8	v	
Čas cyklu práce operátora	3,883	233	3,88	
Operátor 2				
montáž boční stěny	0,733	44	p	39
montáž bočnice	0,850	51	p	35
přemístění	0,100	6	v	
umístění součástí do lisu	0,183	11		7
lisování ložiska	0,067	4		7
montáž držadla před montáže, sestavení nosiče (lisování)	0,433	26		8
montáž a zašroubování pojistného ložiska	0,217	13		8
montáž, lisování rotoru a rotorové před montáže	0,117	7		9
mazání a montáž speciální matice	0,150	9		9
montáž zámku hřídele	0,133	8	p	32
zašroubování zámku	0,300	18		9
nasazení vedení vzduchu	0,067	4		9
montáž speciálního táhla	0,350	21	p	34
přemístění	0,167	10	v	
Čas cyklu práce operátora	3,867	232	3,88	
Operátor 3 (vedoucí skupiny)				
sestavení pravého držadla	0,500	30		16
umístění do testeru	0,133	8	v	
výstupní kontrola a přenesení	0,200	12		17
přemístění	0,100	6	v	
umístění manuálu do sáčku	0,050	3	p	41
umístění a zavaření doplňkových dílů do sáčku	0,333	20	p	37
montáž přípojky	0,067	4	p	40
přemístění	0,100	6	v	
opravy	2,250	135	o	
Čas cyklu práce operátora	3,733	224	3,88	

Operátor 4				
montáž harmoniky	0,133	8		**6**
umístění modulu a koncového uzávěru	0,083	5		**6**
přenesení montáže na stůl 12.	0,067	4	v	
umístění táhla	0,317	19		**12**
montáž vedení trubice a pružiny	0,183	11		**12**
vyrovnávání, zaš. čtyř šroubů,lepení mag. kroužku	0,450	27		**13**
umístění kartáče	0,300	18		**13**
vyrovnávací test	0,200	12		**14**
umístění zakončení, zašroubování	0,500	30		**15**
kompletace spínače	0,300	18	**p**	**38**
montáž elektriky a bočního krytu	1,150	69		**16**
přemístění	0,100	6	v	
Čas cyklu práce operátora	3,783	**227**	**3,88**	
Operátor 5				
čištění	1,500	90		**18**
štítkování+senzor	0,217	13		**18**
přemístění	0,100	6	v	
montáž nastavovacího výškového prvku	0,700	42	**p**	**31**
montáž upínacího pouzdra	0,100	6	**p**	**30**
přenesení a umístění doplňků	0,167	10	v	
balení	1,050	63		**19**
přemístění	0,033	2	v	
Čas cyklu práce operátora	3,867	**232**	**3,88**	
Suma času cyklů	19,13			
Max. čas cyklu	3,88	233		
Pracnost výrobku	19,42			
Počet operátorů	5			
BI	98,5%			
Denní výrobní dávka [ks]	100		115	
Hodinová výrobní dávka [ks]	13,33		15,33	
Čas taktu [min, s]	4,50	270	3,91	235
Časový fond práce 5 operátorů [h]	37,5			
Celkový čas potřebný pro splnění výrobní dávky [h]	32		37	
Efektivita linky	86,3%		99,2%	

Příloha 35: Nákres (layout) materiálového toku - varianta E