

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Strojírenská technologie - technologie obrábění

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh výrobní linky pro optimalizaci montáže Flush handle

Autor: **Bc. Tomáš PIPEK**

Vedoucí práce: **Ing. Kateřina BÍCOVÁ, Ph.D.**

Akademický rok 2017/2018

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš PIPEK**

Osobní číslo: **S16N0091P**

Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**

Studijní obor: **Strojírenská technologie - technologie obrábění**

Název tématu: **Návrh výrobní linky pro optimalizaci montáže Flush handle**

Zadávací katedra: **Katedra technologie obrábění**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Úvod
2. Teoretická část
3. Analýza současného stavu
4. Návrh výrobní linky
5. Technicko - ekonomické hodnocení
6. Závěr

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah kvalifikační práce: **50 - 70 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

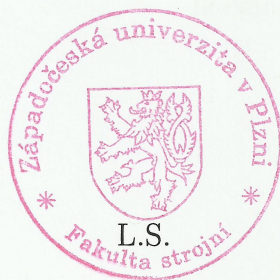
- NĚMEJC, J., CIBULKA, V.: Základní terminologie z oblasti projektování výrobních procesů a systémů, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, 2001, ISBN 80-7082-760-2
- ZELENKA, A., KRÁL, M.: Projektování výrobních systémů, ČVUT, Praha, 1995, ISBN 80-01-01302-2
- KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z.: Štíhlý a inovativní podnik, Alfa Publishing, Praha, 2006, ISBN 80-86851-38-9.
- HELANER, M.: A Guide to Human Factors and Ergonomics, Bristol, London, 1995,
- ISBN 0-415-28248-9

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Kateřina Bícová, Ph.D.**
Regionální technologický institut
Konzultant diplomové práce: **Ing. Miroslav Puškáš**
WITTE - Automotive, Nejdek

Datum zadání diplomové práce: **16. října 2017**
Termín odevzdání diplomové práce: **21. května 2018**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



Doc. Ing. Jan Řehoř, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 18. října 2017

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí práce Ing. Kateřině Bícové, Ph.D. za cenné rady a pomoc při zpracování této diplomové práce. Rád bych také poděkoval společnosti WITTE Nejdek, spol. s r.o. za zadání reálného problému a vstřícný přístup při jeho řešení, konkrétně kolegům z oddělení industrializace a vývojové konstrukce, kteří mi vždy dokázali poradit.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Bc. Pipek	Jméno Tomáš		
STUDIJNÍ OBOR	2303T004 „Strojírenská technologie – technologie obrábění“			
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Bícová, Ph.D.	Jméno Kateřina		
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KTO			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Návrh výrobní linky pro optimalizaci montáže Flush handle			

FAKULTA	Strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2018
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	146	TEXTOVÁ ČÁST	76	GRAFICKÁ ČÁST	70
---------------	-----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Tato diplomová práce se zabývá návrhem výrobní linky ve společnosti WITTE Nejdek, spol. s r.o. Hlavním cílem je snížení výrobního taktu. Pro hodnocení dané problematiky byla vybrána analýza Basic MOST. Na základě zjištěných nedostatků byla navržena nápravná opatření a čtyři varianty výrobní linky. Nejvhodnější řešení bylo doporučeno k realizaci.
KLÍČOVÁ SLOVA	Výrobní linka, optimalizace, montáž, výrobní takt, časové studie, Basic MOST

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Bc. Pipek	Name Tomáš	
FIELD OF STUDY	2303T004 „Manufacturing Processes – Technology of Metal Cutting“		
SUPERVISOR	Surname Ing. Bícová, Ph.D.	Name Kateřina	
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Design of production line for assembly optimization of Flush handle		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KTO	SUBMITTED IN	2018
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	146	TEXT PART	76	GRAPHICAL PART	70
----------------	-----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	<p>This diploma sheet deals with desing of the production line in the company WITTE Nejdek Ltd. The main goal is the reduction of production cycle. An analysis Basic MOST was selected to evaluate the problem. Based on the identified deficiencies have been proposed corrective measures and four variants of the production line. The best solution was recommended for implementation.</p>
KEY WORDS	<p style="text-align: center;">Production line, optimization, assembly, production cycle, time study, Basic MOST</p>

Obsah

Přehled použitých zkratk a symbolů.....	11
Úvod.....	12
1 Teoretická část.....	13
1.1 Představení společnosti.....	13
1.2 Měření spotřeby času práce	15
1.2.1 Přímé měření času práce	15
1.2.2 Nepřímé měření času práce	17
1.3 Výběr vhodné analýzy	19
1.3.1 Výběr analýzy podle délky trvání operace	19
1.3.2 Výběr analýzy podle časové náročnosti	20
1.3.3 Výběr analýzy podle rozsahu dokumentace.....	21
1.3.4 Výběr analýzy na základě porovnání	22
1.4 Basic MOST	23
1.4.1 Dílčí činnosti	24
1.4.2 Obecné přemístění.....	26
1.4.3 Řízené přemístění.....	27
1.4.4 Použití nástroje.....	29
2 Analýza současného stavu.....	33
2.1 Součásti určené pro montáž.....	33
2.2 Varianty dveřních výztuh	39
2.2.1 Dveřní výztuha 095	41
2.2.2 Dveřní výztuha 096	41
2.2.3 Dveřní výztuha 097	42
2.2.4 Dveřní výztuha 098	42
2.2.5 Dveřní výztuha 099	42
2.2.6 Dveřní výztuha 101	43

2.3	Současný stav výrobní linky	43
2.3.1	Pracoviště ST 10.....	44
2.3.2	Pracoviště ST 20.....	45
2.3.3	Pracoviště ST 30.....	46
2.4	Analýza současného stavu výrobní linky	48
2.5	Porovnání s reálným měřením	53
2.6	Slabá místa současné výrobní linky.....	54
2.6.1	Šroubování u zinkové spony	54
2.6.2	Lisování závaží.....	55
2.6.3	Montáž dvojité pružiny a osičky	56
3	Návrh výrobní linky	58
3.1	Návrh nápravných opatření	58
3.1.1	Šroubování u zinkové spony	58
3.1.2	Lisování závaží.....	59
3.1.3	Montáž dvojité pružiny a osičky	60
3.2	Aplikace nápravných opatření na současný stav	61
3.2.1	Vyhodnocení nápravných opatření.....	63
3.3	Návrh nové výrobní linky.....	64
3.4	Varianta A.....	64
3.4.1	Analýza navržené varianty A	65
3.5	Varianta B.....	70
3.5.1	Analýza navržené varianty B	71
3.6	Varianta C.....	73
3.6.1	Analýza navržené varianty C	74
3.7	Varianta D.....	76
3.7.1	Analýza navržené varianty D	77

4	Technicko-ekonomické hodnocení	79
4.1	Plánované množství	79
4.2	Výrobní takt	80
4.3	Výrobní náklady	80
4.4	Náklady na logistiku	81
4.5	Náklady na nový pracovní prostor	83
4.6	Náklady na přestavbu	83
4.7	Celkové náklady	84
4.8	Celkové hodnocení	84
4.9	Porovnání vybrané varianty se současným stavem	86
	Závěr	87
	Seznam použité literatury	88
	Seznam obrázků	89
	Seznam tabulek	91
	Seznam příloh	92

Přehled použitých zkratk a symbolů

€	Euro
ČSN	Česká technická norma
DIN	Německá průmyslová norma (<i>Deutsche Industrie Norm</i>)
EN	Evropská norma
EU	Evropská unie
FMEA	Analýza druhů poruchových stavů a jejich důsledků (<i>Failure Modes and Effects Analysis</i>)
h	Hodina
ISO	Mezinárodní organizace pro standardizaci (<i>International Organization for Standardization</i>)
J	Joule, jednotka práce a energie
ks	Kus
m ²	Metr čtvereční
MAX	Maximum
min	Minuta
MIN	Minimum
MOST	Maynardova technika sekvenčních operací (<i>Maynard Operation Sequence Technique</i>)
MTM	Metoda časového měření (<i>Methods Time Measurement</i>)
OHSAS	Ochrana zdraví při práci a specifika posuzování bezpečnosti (<i>Occupational Health and Safety Assessment Specification</i>)
s	Sekunda
spol. s r.o.	Společnost s ručením omezeným
SPZ	Státní poznávací značka
ST	Stanoviště
TMU	Jednotka měření času (<i>Time Measurement Unit</i>)
Zn	Zinek

Úvod

Tato diplomová práce vznikla na základě požadavku společnosti WITTE Nejdek, spol. s r.o., která vyvíjí a vyrábí součásti pro automobilový průmysl. Tématem je návrh výrobní linky, jehož realizace by vedla k optimalizaci současné montáže. Vybrané pracoviště je určeno k montáži dveřních výztuh pro automobily Volvo, které jsou označovány jako Flush handle. Na této výrobní lince není dlouhodobě dosahováno plnění požadovaného objemu výroby kvůli vysokému výrobnímu taktu. Cílem práce je vybrat, popsat a aplikovat vhodnou metodu pro hodnocení současného stavu. Na základě hodnocení je požadováno definovat slabá místa a odstranit je návrhem nápravných opatření. Hlavním cílem je upravit stávající výrobní linku, nebo navrhnout zcela novou tak, aby bylo možné dosahovat váženého výrobního taktu o maximální délce 12,5 sekund. Tato délka váženého výrobního taktu zaručuje plnění požadovaného objemu výroby ze strany zákazníka. Vytvořené návrhy je požadováno zhodnotit z hlediska nákladů spojených s realizací, z hlediska přínosů a rizik. Jako nejvhodnější metoda pro hodnocení byla vybrána analýza Basic MOST, což je jedna z metod nepřímého měření spotřeby času práce. Výhodou této metody je možnost porovnání současného stavu výrobní linky s virtuálními návrhy. Na základě analýz, odhalení slabých míst a návrhu nápravných opatření bylo vyloučeno dosahovat požadovaného výrobního taktu se třemi operátory, jak je tomu na současné výrobní lince. Následně byly vytvořeny čtyři návrhy výrobní linky, na kterých došlo k zásadním úpravám oproti současnému stavu. Z nich byla technicko-ekonomickým hodnocením vybrána nejvíce vyhovující varianta a doporučena k realizaci.

1 Teoretická část

1.1 Představení společnosti

Zadání této diplomové práce vzniklo na základě požadavku úpravy výrobní linky ve společnosti WITTE Nejdek, spol. s r.o. Tento závod patří do koncernu WITTE Automotive, který má v České republice pobočku také v Ostrově a vývojovou kancelář v Plzni. Hlavní sídlo WITTE Automotive se nachází v Německém městě Velbert. Zastoupení společnosti a výrobní závody jsou také ve Švédsku, Francii a Bulharsku. V celosvětovém měřítku společnost působí v rámci aliance VAST v Asii, Jižní a Severní Americe.



Obrázek 1 - Zastoupení aliance VAST [11]

Hlavní oblastí vývoje a výroby jsou zámkové, zamykací a bezpečnostní systémy pro automobilový průmysl. Díky dlouholeté tradici a zkušenostem, důrazem na kvalitu a vyspělé technologii získali důvěru světových výrobců osobních i nákladních automobilů a výrobců dalších systémů pro automobilový průmysl.

Společnost se snaží stále rozšiřovat spolupráci se školami a studenty. Pro které jsou připraveny velice zajímavá stipendia a trainee programy, které mohou být velkým přínosem, během studia i po jeho absolvování.

Výrobní program je možné rozdělit na klíčové koncepty určené pro kapoty, dveře a sedadla osobních i nákladních automobilů. Mezi výrobky určené pro kapoty patří především kapotové zámky. Za výrobky spojené s kapotou vozu by se daly považovat také multifunkční lišty umožňující otevírání dveří zavazadlového prostoru a osvětlování SPZ. V oblasti součástí určených pro dveře vozu je vývoj a výroba zastoupena největším podílem. Jedná se především o vnitřní a vnější kliky. Dveřní výztuhy zajišťující spojení vnější kliky s dveřmi a vyztužení důležitého prostoru kolem kliky a zámku. Další významnou oblastí, kterou se společnost zabývá, jsou klíče, zámky pro odemykání dveří a startování vozu. V oblasti sedadel můžeme nalézt portfolio sedačkových zámků, ukotvení sedadel a mnoho dalších souvisejících systémů.

Velký důraz je ve společnosti kladen na kvalitu. Během vývoje je přesně definovaný postup, kterým musí výrobek projít, než bude uvolněn k sériové výrobě. Tento proces zahrnuje pevně stanovené body, které musí být splněny během vývoje a následné testování v laboratořích. Používají se nástroje pro zajištění kvality, kterými jsou například FMEA, QFD nebo statistické tolerování. [12] Samozřejmostí jsou certifikáty ISO 9001:2015 a IATF 16949:2016.

Součástí firemní politiky je také zodpovědnost v oblasti životního prostředí. K dosažení tohoto cíle se musí zapojit všichni zaměstnanci, a proto byl ve společnosti zaveden management životního prostředí, který vyhovuje požadavkům EU a mezinárodní normy ČSN EN ISO 14001. Funkčnost tohoto systému certifikují každý rok nezávislí auditoři. [12]

Dalším důležitým faktorem, na který je brán velký zřetel, je bezpečnost a ochrana zdraví při práci. Cílem je zvyšování povědomí zaměstnanců o ochraně vlastního zdraví nad rámec zákonných požadavků a nařízení. V této oblasti je firma prověřována dle normy ČSN OHSAS 18001:2008. [12]



Obrázek 2 - Kapotový zámek, multifunkční lišta, sedačkový zámek [12]

1.2 Měření spotřeby času práce

Studium pracovních metod bývá doplněno měřením spotřeby času práce, které umožňuje vyjádřit množství vynaložené práce na zpracování materiálu. Toto měření napomáhá k objektivnímu hodnocení stávajícího stavu, který je následně možné porovnat s návrhy nového řešení. Určení spotřeby času práce je nezbytné pro plánování a řízení výroby. V neposlední řadě je důležité také pro určení kapacity výroby. [3] Díky známým časovým hodnotám trvání jednotlivých operací je možné navrhnout pracovní postup na výrobní lince tak, aby byli pracovníci na jednotlivých stanovištích vytíženi stejně. To je důležité z hlediska materiálového toku na výrobní lince. Pokud by byly časy operací na jednotlivých stanovištích výrobní linky nevyvážené, docházelo by na následujícím stanovišti k hromadění materiálu, nebo naopak k nežádoucímu čekání na předchozího operátora.

Metody měření spotřeby času je možné rozdělit do dvou kategorií:

- Přímé metody - využívají přímé měření času ve výrobě.
- Nepřímé metody - využívají dříve získané statistické časové hodnoty. [3]

Ve většině případů bývají výchozí metodou měření spotřeby času přímé časové studie. Pokud je z provozních důvodů není možné použít, nebo pokud by nebyly tyto metody dostatečně efektivní, přicházejí na řadu nepřímé metody měření spotřeby času. Přímé metody není také možné aplikovat během projektování nových výrobních procesů, kde není možné ve fázi návrhu provádět reálné měření času. V praxi je často používána kombinace těchto metod, kdy se získané hodnoty vzájemně porovnávají a na základě toho jsou výsledky měření zkorigovány.

1.2.1 Přímé měření času práce

Pro přímé měření času práce se používají časové studie, pomocí kterých se zkoumají jednotlivé činnosti na základě měření času jejich trvání. Tyto studie je možné použít pro určování spotřeby času činností vykonávaných člověkem, ale také pro určení pracovního času strojních zařízení.

Pro měření spotřeby času se u těchto metod používají časoměrné pomůcky, mezi které patří například hodinky a stopky. V dnešní době jsou operace velice často nahrávány na kameru a měření času probíhá až na vzniklém videozáznamu. Důvodem je přesnější měření na časové ose během přehrávání záznamu a také možnost archivace záznamu pro doložení správnosti výsledků. [7]

Snímek operace

Pro přímé a nepřetržité měření času práce u stále se opakujících operací nebo pracovních cyklů se využívá snímek operace. Výsledky slouží pro stanovení spotřeby času práce a jako podklad pro optimalizace pracovního postupu. Pro měření se používá snímek průběhu práce nebo chronometrů. V prvním případě se postupně zaznamenává druh pracovní činnosti a jeho spotřeba času. Tento snímek se využívá především pro operace, které nemají pevně stanovený pracovní postup. Naopak chronometrů se využívá v případě, že operace je přesně definována a pořadí úkonů se nemění. Zde se zaznamenává spotřeba času do předem připraveného formuláře s definovanými úkony a kontroluje se jejich správný sled. [5][9]

Snímek pracovního dne

Při použití této metody je zaznamenávána veškerá spotřeba času práce během směny formou nepřetržitého pozorování. Pokud je požadován podrobný záznam informací, může být snímek zaměřen na práci jednotlivce. V opačném případě je možné zpracovat snímek celé skupiny pracovníků. Zpracování výsledků může vést k určení poměru produktivních a ztrátových časů a ke zjištění příčin plýtvání. Snímek pracovního dne se používá především pro hodnocení práce, která během směny není prováděna opakovaně a pravidelně. Hlavní nevýhodou je časová náročnost měření. [5]

Multimomentová studie

Pro snížení nároků na čas pozorovatele je multimomentová studie určitou alternativou ke snímku pracovního dne. Principem není nepřetržité zaznamenávání spotřeby času, ale pouze náhodné pozorování a zaznamenávání. Tato metoda je založena na pravděpodobnosti a principu náhodně vybraných jevů. Nevýhodou je nemožnost získání podrobných informací o průběhu celé pracovní směny. Využívá se především k určení poměru produktivních a ztrátových časů. [9]

Dvoustranné pozorování

Dvoustranné pozorování je určeno ke sledování vlivu pracovníka na použitou technologii. Jedná se o současné pozorování pracovního a technologického procesu. [4]

1.2.2 Nepřímé měření času práce

Pro použití metod nepřímého měření času práce jsou využity dříve získané statistické časové hodnoty. Tato syntetická data jsou spolehlivá, protože jsou výsledkem velkého množství náměrů pro nejrůznější činnosti při různých podmínkách. [3] Tyto metody mohou být použity pro získání spotřeby času operací, které jsou teprve ve stádiu návrhu, a není zde možné reálné měření časových hodnot. Metody nepřímého měření času jsou založeny na kombinaci pohybových a časových studií. Jednotlivým pohybům se přiřazují předem určené časy, které jsou definovány v jednotlivých metodách. Předdefinované časy jednotlivých pohybů jsou stanoveny na základě dlouhodobých měření práce. Mezi nejznámější patří metody MTM a MOST, které mají několik modifikací použitelných pro různé druhy výroby.

Koncepce těchto metod vychází z poznání, že lidská práce se skládá z jednotlivých jednoduchých úkonů a pohybů, které se pravidelně opakují. Délku trvání práce lze tedy stanovit na základě trvání těchto základních pohybů. Při jejich výzkumu bylo zjištěno, že čas, který je potřebný pro vykonání stejných základních pohybů se liší u různých pracovníků téměř nepatrně. Na základě toho byly statisticky určeny jejich časy trvání. V jednotlivých metodách jsou tyto pohyby popsány velice podrobně a pro správné určení času trvání je nutné zohlednit různé faktory, které ovlivňují jejich časovou náročnost. [1]

Analýza MTM

Analýza MTM patří mezi metody určování předem stanovených časů. Zkratka MTM je odvozena z anglického názvu Methods Time Measurement, který lze přeložit jako metoda časového měření. Metoda MTM má několik modifikací, které jsou použitelné pro různé druhy výroby a slouží k určení časů trvání jednotlivých činností. Metoda vznikla v roce 1948 ve společnosti Westinghouse Electric Corporation sídlící v Pittsburgu. [2]

MTM je použitelné pouze pro manuální činnost. Jednotlivé činnosti jsou rozloženy na základní pohyby a ke každému pohybu se přiřazuje předdefinovaná časová hodnota z normativu, která je závislá na druhu pohybu a podmínkách, které tento pohyb definují. Metoda MTM má tři základní modifikace, které jsou použitelné pro různé druhy výroby. Patří mezi ně MTM-1, MTM-2 a MTM-3, které se liší v podrobnosti zpracování analýzy a volí se podle charakteru hodnoceného výrobního procesu.

Pro popsání činností pomocí analýzy MTM jsou základní pohyby rozděleny do tří skupin. V první skupině je definován pohyb dolních končetin. Patří sem osm základních pohybů, pomocí kterých je vykonávanou činnost možné popsat. Druhá skupina popisuje pohyb očí. Ten je rozdělen pouze na dva druhy pohybů. Do třetí skupiny je zařazeno dvanáct základních pohybů, které popisují pohyby dolních končetin a těla. Po správném určení druhu základního pohybu se zaznamená předem určená značka. K té se následně zapíše odpovídající index, který se vybere z normativu na základě podmínek, definujících tento pohyb. Poté, co je základní pohyb plně popsán, je možné vyhledat v tabulkách odpovídající časový údaj v jednotkách TMU. Pro určení délky trvání činnosti se sečtou všechny časy dílčích pohybů této činnosti. Následně je možné jednotky TMU převést na standardní časové jednotky. [2]

Analýza MOST

Analýza MOST je jednou z metod určování předem stanovených časů. Autorem této koncepce je Kjell Zandin, který ji poprvé aplikoval v roce 1967 ve švédské firmě Maynard. Název vychází ze zkratky počátečních písmen anglického názvu Maynard Operation Sequence Technique. Tento název je možné volně přeložit jako Maynardova technika sekvenčních operací. Koncepce metody MOST vychází z toho, že práci (W) lze popsat jako působení síly (F) na určitou vzdálenost (S). Jednodušeji řečeno, se jedná o přemísťování objektů. [1] [6]

$$W = F \cdot s [J]$$

Při sestavování této koncepce se vycházelo z toho, že při různých pracích se opakují stejné pohyby. Základní činnosti byly popsány pomocí sekvenčních modelů, ve kterých jsou chronologicky poskládány dílčí pohyby tak, aby pomocí nich bylo možné jednoznačně popsání a určení času trvání činností. Časová hodnota trvání základních pohybů je určována z normativů, odkud se vybere správná hodnota na základě druhu pohybu a odpovídajících podmínek, které pohyb definují. Po určení všech parametrů sekvenčního modelu se sečtou všechny indexy. Tento součet se vynásobí koeficientem, jehož hodnota je závislá na druhu použité metody MOST, mezi které patří Mini MOST, Basic MOST a Maxi MOST. Výsledný součin vyjadřuje délku trvání analyzované činnosti v jednotkách TMU, které je následně možné převést na standardní časové jednotky. Jednotlivé druhy analýzy MOST se liší v podrobnosti její zpracování.

1.3 Výběr vhodné analýzy

Vzhledem k tomu, že bude navrhováno několik variant nové výrobní linky, není možné použít přímé metody měření spotřeby času. Pomocí nich je možné pouze zkontrolovat přesnost vybrané metody na současném stavu výrobní linky. Pro výběr vhodné analýzy jsou hodnoceny pouze nepřímé metody stanovení spotřeby času. Každá z metod předem stanovených časů MTM a MOST má několik modifikací přizpůsobených pro různé druhy vykonávané činnosti a charakter výroby. Navrhovaná výrobní linka je montážní pracoviště s manuální obsluhou. Pro některé činnosti jsou použity přípravky a na posledním pracovišti je v současné době automatizovaný stroj. Obě analýzy jsou určeny pouze pro hodnocení manuální činnosti, proto podle nich není možné určit spotřebu času tohoto automatizovaného zařízení. V případě použití metod předem stanoveného času je nutné časovou náročnost automatizovaného kontrolního stroje určit jiným způsobem.

1.3.1 Výběr analýzy podle délky trvání operace

Hlavním kritériem pro výběr vhodné metody předem stanovených časů je čas trvání analyzovaných operací. Analýzy pro krátké operace jsou velice podrobné a jejich vytvoření zabere mnoho času. Pro operace trvající v řádu několika minut jsou analýzy zjednodušovány, aby jejich vytvoření nebylo tolik časově náročné. Při hodnocení dlouho trvajících operací podrobnou metodou by se čas zpracování několikanásobně prodloužil a nemuselo by to znamenat zpřesnění výsledku.

Tabulka 1 - Výběr analýzy podle délky trvání operace [8]

Analýza	Délka trvání operace
MTM-1	0,1 - 0,5 min
MTM-2	0,5 - 3 min
MTM-3	3 - 30 min
Mini MOST	< 2 min
Basic MOST	0,1 - 10 min
Maxi MOST	> 2 min

Operace na současné výrobní lince trvají průměrně několik sekund. Nejkratší operace zabere 11,9 sekund a nejdelší 21,3 sekund. U nového návrhu výrobní linky se předpokládá snížení těchto časů. Z tohoto hlediska jsou pro určování času trvání operací vhodné analýzy MTM-1, Mini MOST a Basic MOST.

1.3.2 Výběr analýzy podle časové náročnosti

Dalším kritériem, pro zvolení vhodné analýzy předem stanovených časů, může být časová náročnost zpracování hodnocených operací. Pro porovnání je v následující tabulce uvedeno, jaké množství času, operací v jednotkách TMU, dokáže analytik zpracovat za jednu hodinu práce.

Tabulka 2 - Výběr analýzy podle časové náročnosti zpracování dat [1]

Analýza	Analyzování TMU za 1 hodinu	Koeficient
MTM-1	300 TMU	83
MTM-2	1 000 TMU	25
MTM-3	3 000 TMU	8,3
Mini MOST	4 000 TMU	6,3
Basic MOST	12 000 TMU	2,1
Maxi MOST	25 000 TMU	1

Dále budou hodnoceny pouze analýzy MTM-1, Mini MOST a Basic MOST, které vyšly jako vhodné z hlediska délky trvání operací, což je klíčové pro určení vhodné varianty. Při zohlednění časové náročnosti zpracování vychází nejlépe varianta Basic MOST. Při použití této metody je možné za jednu hodinu práce zanalyzovat 12 000 TMU hodnocených činností. Při přepočtu na standardní časové jednotky je to 7,2 minut. Při použití metody Mini MOST je možné za jednu hodinu zpracovat pouze třetinu času operací, což je 4 000 TMU, po převedení 2,4 minut. Pokud by byla použita analýza MTM-1 bylo by možné za hodinu analytické činnosti zpracovat 300 TMU, což odpovídá pouze 10,8 sekundám.

1.3.3 Výběr analýzy podle rozsahu dokumentace

Pro výběr vhodné analýzy použité pro hodnocení operací lze hodnotit jednotlivé typy podle rozsahu vzniklé dokumentace. Toto kritérium je důležité kvůli nutnosti archivování a přehlednosti dokumentace. U analýz předem stanovených časů souvisí rozsah dokumentace s podrobností dané metody. Porovnání počtu stránek vzniklé dokumentace je v následující tabulce zpracováno pro operaci trvající tři minuty. Důvodem této doby trvání operace je pouze dosažení optimálního počtu vzniklých stránek pro porovnání.

Tabulka 3 - Výběr analýzy podle rozsahu vzniklé dokumentace [1]

Analýza	Počet stránek (operace - 3 minuty)	Koeficient
MTM-1	16 stránek	32
MTM-2	10 stránek	20
MTM-3	8 stránek	16
Mini MOST	2 stránky	4
Basic MOST	1 stránka	2
Maxi MOST	0,5 stránky	1

Opět byly hodnoceny pouze použitelné analýzy MTM-1, Mini MOST a Basic MOST, které vyšly jako vhodné podle času hodnocených operací. Nejlepší variantou je v tomto případě analýza Basic MOST. Při jejím použití vznikne po analýze operace trvající tři minuty pouze jedna stránka dokumentace. Pokud by byla použita analýza Mini MOST, tak za stejných podmínek by měla dokumentace jednou tolik stránek. V případě použití analýzy MTM-1 by byla šestnáctkrát rozsáhlejší, než při použití analýzy Basic MOST.

1.3.4 Výběr analýzy na základě porovnání

V následující tabulce je u jednotlivých metod shrnut výsledek předchozích srovnávání. Přepočtené indexy jsou vypsány pouze u tří variant, které jsou vhodné pro operace prováděné na hodnocené výrobní lince. Nejnižší index znamená nejlepší výsledek dané kategorie.

Tabulka 4 -Výběr analýzy na základě porovnání kritérií

Analýza	Vhodnost podle času operace	Časová náročnost	Rozsah dokumentace
MTM-1	OK	83	32
MTM-2	x	x	X
MTM-3	x	x	X
Mini MOST	OK	6,3	4
Basic MOST	OK	2,1	2
Maxi MOST	x	x	X

Pro hodnocené operace jsou z hlediska délky jejich trvání vhodné pouze analýzy MTM-1, Mini MOST a Basic MOST. Po srovnání důležitých kritérií vyšla jako nejvhodnější varianta Basic MOST, která je méně časově náročná než další dvě hodnocené varianty a také vyžaduje menší množství dokumentace pro analyzování dat.

1.4 Basic MOST

Jako nejvhodnější pro analýzu dané výrobní linky byla vybrána metoda Basic MOST. Jedná se o metodu určování předem stanovených časů a je vhodná pro pracovní cykly trvající v rozmezí 10 sekund až 10 minut. Při jejím použití vyžaduje každá hodina měřené práce zhruba deset hodin pro analýzu a zpracování výsledků. Analýzy Mini MOST a všechny tři druhy analýzy MTM jsou časově ještě náročnější, a pro požadované potřeby by nepřinesly výrazné zpřesnění. Naopak analýza Maxi MOST se používá pro cykly trvající v řádu několika minut a je mnohem méně podrobná než zvolená analýza Basic MOST. Kvalita výsledků by při jejím použití nebyla dostačující.

K popisu manuální práce pomocí metody Basic MOST jsou potřeba tři základní sekvence. Mezi ně patří obecné přemístění, řízené přemístění a použití nástroje. Čtvrtá sekvence, která se používá zřídka, představuje přemístování objektů pomocí ručního jeřábu, který se na současné výrobní lince nenachází. Vzhledem k prostorovým dispozicím výrobní haly, malým rozměrům a hmotnostem jednotlivých součástí, se o zařazení ručního jeřábu do nové výrobní linky neuvažuje.

Jednotlivé sekvence jsou kombinací předdefinovaných písmen označujících druh dílčí činnosti a indexů, které znázorňují jejich obtížnost. Tyto obtížnosti jsou také předem definované a pohybují se v určitých rozmezech. Po určení odpovídajících indexů v sekvenčním modelu se všechny tyto indexy sečtou a celý výsledek se následně vynásobí deseti. Tím získáme časovou hodnotu v jednotkách TMU. Tato jednotka byla zavedena pro metody předem stanovených časů především kvůli tomu, aby u velice krátkých časových údajů mohla být zapisována celá čísla.

Pro převod jednotek TMU na standardní časové jednotky platí následující vztah.

$$1 \text{ TMU} = 0,00001 \text{ h} = 0,0006 \text{ min} = 0,036 \text{ s} \text{ [8]}$$

1.4.1 Dílčí činnosti

Dílčí činnosti jsou parametry, pomocí kterých se popisují hodnocené pohyby. Pro analýzu jsou chronologicky poskládány v sekvenčním modelu tak, aby podle nich bylo možné popsat jakýkoliv pohyb. Ke každému tomuto parametru se přiřazuje index, který vypovídá o časové náročnosti této dílčí činnosti. Indexy k jednotlivým parametrům jsou uvedeny v normativech. Pro přehlednost a rychlejší vyhledávání jsou nejčastěji používané indexy zpracovány do tabulek.

A - Akce na určitou vzdálenost

Prvním druhem dílčí činnosti, která slouží k popisu všech tří základních sekvencí, je vzdálenost akce. Je vyjádřena pomocí indexů, které jsou předdefinované a odpovídají určitému intervalu délek. Pro rychlé určování delších vzdáleností jsou délkové jednotky přepočteny na kroky. Tento údaj se týká jak přemísťování předmětů, tak akce prstů, rukou, či chodidel.

B - Pohyb těla

Další druh dílčí činnosti, pohyb těla, se také vyskytuje ve všech třech sekvenčních modelech. Pomocí indexů popisuje, jaký druh pohybu koná tělo, nebo jakou překážku musí tělo překonat. Odpovídající index zohledňuje časovou náročnost této akce.

G - Získání kontroly

Získání kontroly je také nedílnou součástí všech třech základních sekvencí popisujících pohyb. Pokrývá všechny manuální pohyby prstů, rukou nebo nohou využití k získání plné kontroly nad objektem. Pomocí indexů je rozlišeno, zda vůbec k získávání kontroly v daném pohybu dochází. Pokud ano, tak rozlišuje hmotnost objektu a jeho dostupnost. Důležité je u tohoto parametru rozlišit, zda je objekt uchopen jednou rukou, nebo oběma (simo = simultánně).

P - Umístění

Tato dílčí činnost se vyskytuje pouze u obecného přemísťování a použití nástroje. Umístění se vztahuje na závěrečnou činnost položení přemísťovaného předmětu nebo nástroje. Indexy vyjadřující časovou náročnost se odvíjejí od způsobu umístění. Důležitými faktory jsou přesnost, tolerance a přístup do prostoru určeného pro umístění.

Během některých pohybů může nastat, že k žádnému umístění nedochází, například u samotné chůze. V případě použití nástroje se časová náročnost umístění liší podle jeho druhu.

M - Přesun řízený

Popis řízeného přesunu je využit pouze u sekvence řízeného přemísťování, kde je přesouvaný objekt v kontaktu s jinou součástí, nebo s povrchem pracoviště. Zde se rozlišuje, zda dochází k tlačení objektu, k jeho tažení nebo otáčení. Indexem se upřesňuje na jakou vzdálenost je s objektem manipulováno a zda je zapotřebí zvýšená kontrola. Do této kategorie patří například také stlačení tlačítka, manipulace s přepínači, nebo otáčení ovládací pákou. Další pohyb, který parametr popisuje, je točení. Zde index rozlišuje, o kolik otáček je s objektem manipulováno.

X - Procesní čas

Doba práce řízená elektronickými nebo mechanickými zařízeními je označována jako procesní čas. Využívá se především pro relativně krátké časové prodlevy. Hodnota indexu opět odpovídá příslušnému časovému intervalu uvedenému v tabulkách. Pokud se jedná o delší a proměnlivé strojní časy, tak nejsou do protokolu zaznamenávány jako indexy procesního času, ale jsou uváděny samostatně.

I - Vyrovnání

Vyrovnání také souvisí pouze se sekvencí řízeného pohybu. Následuje po řízeném posunu nebo po dokončení operací souvisejících s procesním časem. Pomocí indexu se zde rozlišuje jak přesně a na kolik bodů je potřeba manipulovaný objekt uložit. Do samostatných kategorií je uspořádáno vyrovnání strojního nástroje a netypických předmětů.

1.4.2 Obecné přemístění

Pomocí obecného přemístění lze popsat veškeré přemísťování objektů vzduchem, tedy pokud nejsou přemísťované součásti v kontaktu s žádnými jinými objekty nebo s povrchem pracoviště. Všechny takové pohyby lze popsat pomocí čtyř dílčích úkonů. Jsou chronologicky poskládány do sekvenčního modelu tak, aby pomocí nich bylo možné popsat jakýkoliv druh tohoto pohybu. Některé dílčí činnosti jsou v sekvenčním modelu použity vícekrát. První část sekvenčního modelu popisuje získání manipulovaného objektu. Ve druhé části sekvenčního modelu se pomocí parametrů u jednotlivých dílčích činností popisuje položení uchopeného objektu, kdy se zohledňuje mimo jiné, do jaké vzdálenosti je objekt přemísťován. Poslední část modelu reprezentuje návrat do výchozí polohy.



Obrázek 3 - Sekvenční model - Obecné přemístění

První dílčí činností sekvenčního modelu obecného přemístění je vzdálenost akce (A). Vzdálenost je vyjádřena pomocí indexů, které jsou předdefinované a odpovídají určitému intervalu vzdáleností, které je nutné překonat pro získání kontroly nad předmětem. Poté následuje popsání pohybu těla (B), ke kterému dochází během získávání předmětu. Pomocí správně vybraného druhu pohybu se určí k tomuto parametru odpovídající index. Pro úplné definování části modelu popisující získávání předmětu je nutné určit, jakým způsobem dochází k získání kontroly (G). V tomto případě zvolený index vyjadřuje obtížnost a způsob uchopení. Následuje popis dílčích činností spjatých s položením předmětu. Prvním je opět akce na určitou vzdálenost (A), která nyní popisuje do jaké vzdálenosti je s předmětem manipulováno. V tabulce indexů jsou pro jednoduchost přepočítány větší vzdálenosti na počet kroků. Následující dílčí činností se pomocí indexu popisuje opět pohyb těla (B). V tomto případě je popsáno, jaký pohyb koná tělo během přemísťování a pokládání. Další dílčí činností je umístění (P), která pomocí parametru vyjadřuje jakým způsobem a jak obtížné je umístění předmětu na své místo. Poslední dílčí činnost, kterou je popsáno obecné přemístění, je znovu akce na určitou vzdálenost (A), která se v tomto sekvenčním modelu vyskytuje třikrát. Index vyjadřuje dráhu, kterou je nutné překonat pro návrat do výchozí polohy. Parametr návratu může být nulový, pokud popisovaný pohyb přímo navazuje na další pohyb a nedochází k návratu do výchozí polohy.

Obecné Přemístění						Akce na určitou vzdálenost			
ABG Získat		ABP Položit	A Návrat				Doplňkové hodnoty		A
index x10	Akce na určitou vzdálenost	A	Pohyb těla	B	Získání kontroly	G	Umístění	P	index x10
0	≤ 2 in. (5 cm)		Žádný pohyb těla		Bez získání kontroly Držet		Bez umístění Držet Hodit		0
1	Na dosah				Uchopit lehký objekt Uchopit lehký objekt Simo		Odložit Volně tolerance		1
3	1 – 2 kroky		Sednout bez ustavení Vstát bez ustavení Sehnout se a napřímít 50 %		Získat Ne-simo Získat těžký/objemný Získat neviděný Získat blokovaný Promichaný Rozpojit,Shromáždit		Volně tolerance při nevidění Umístit s ustaveím Umístit s lehkým tlakem Umístit s dvojitým umístěním		3
6	3 – 4 kroky		Sehnout se a napřímít				Uložit s péčí Uložit s přeností Uložit neviděný Uložit blokovaný Uložit velkým tlakem Uložit s mezipohyby		6
10	5 – 7 kroků		Sednout Vstát						10
16	8 – 10 kroků		Sehnout se a sednout, Vylézt nahoru, Slézt dolů, Vstát a sehnout se, Dvěma						16

Index	Kroky	Vzdálen (ft)	Vzdálen (m)
24	11-15	38	12
32	16-20	50	15
42	21-26	65	20
54	27-33	83	25
67	34-40	100	30
81	41-49	123	38
96	50-57	143	44
113	58-67	168	51
131	68-78	195	59
152	79-90	225	69
173	91-102	255	78
196	103-115	288	88
220	116-128	320	98
245	129-142	355	108
270	143-158	395	120
300	159-174	435	133
330	175-191	478	146

Obrázek 4 - Basic MOST - Obecné přemístění [10]

1.4.3 Řízené přemístění

Řízeným přemístěním se popisuje manipulace s objekty, které během přemístování zůstávají v kontaktu s povrchem, nebo jsou připojeny k jinému objektu. Mezi typické činnosti, které jsou popisovány řízeným přemístěním, patří posouvání objektů po pracovní ploše nebo po zemi, ovládání tlačítek či vypínačů. Všechny tyto pohyby lze popsat pomocí sekvenčního modelu, který je složen ze šesti dílčích činností. Některé činnosti jsou shodné jako u obecného přemístění. V tomto sekvenčním modelu se opakuje pouze dílčí činnost, která popisuje vzdálenost, kterou je nutné překonat (A), to konkrétně na začátku sekvenčního modelu a na jeho konci. Dílčí činnosti jsou chronologicky poskládány tak, aby bylo možné pomocí nich popsat jakýkoliv pohyb zmiňovaného druhu. V první části sekvenčního modelu je popisováno získání objektu, se kterým bude následně manipulováno. Tato část je naprosto shodná s obecným přemístěním a pro její popsání se používají stejné parametry a indexy. Druhá část sekvenčního modelu popisuje samotné přemístování. V této části je oproti obecnému přemístění hlavní rozdíl v tom, že je zde navíc procesní čas (X). Důvodem je, že pomocí řízeného přemístění je často popisována manipulace s ovládacími prvky, jako jsou například tlačítka, u kterých by pouze popsání délky pohybu nemohlo přímo odpovídat době trvání činnosti. Poslední fází sekvenčního modelu je návrat do výchozí polohy.



Obrázek 5 - Sekvenční model - Řízené přemístění

1.4.4 Použití nástroje

Sekvenční model pro použití nástroje je v podstatě rozšířený model obecného přemístění, kde je navíc zohledněn druh použitého nástroje a pohyb, který je s ním vykonáván. Oproti obecnému přemístění se zde vyskytuje dvakrát část modelu, která popisuje položení. Prvním položením je popsáno umístění nástroje k místu, kde bude nástroj použit. Druhým položením je definováno, kam bude nástroj odložen po dokončení práce. Sekvenční model je tedy určen pomocí pěti parametrů, které jsou chronologicky uspořádány tak, aby pomocí nich bylo možné popsat jakékoliv použití nástroje. Pro účely analýzy Basic MOST jsou za nástroj považovány i části lidského těla. Pomocí tohoto sekvenčního modelu lze popsat mimo jiné také psaní, čtení nebo měření.



Obrázek 7 - Sekvenční model - Použití nástroje

První část sekvenčního modelu popisuje získání nástroje a je totožná s první částí sekvenčního modelu obecného přemístění. Je složena z parametru vyjadřujícího vzdálenost, kterou je nutné překonat pro jeho uchopení (A). Dále se skládá z parametru definujícího k jakému pohybu těla (B) dochází během získávání nástroje. Poslední parametr udává, jakým způsobem dochází k získání kontroly (G). Dále je v sekvenčním modelu část definující umístění nástroje do oblasti, kde bude použit. Pomocí indexů se zde definuje náročnost u parametru určujícího vzdálenost (A), pohyb těla (B) a umístění nástroje (P). Zde není popis sekvenčního modelu jednoznačný. Parametr „P“ by mohl být zaměňován s parametrem, který je uveden v tabulce pro obecné přemístění pod stejným označením. Je zde nutné vybrat index podle druhu nástroje, který je uveden v tabulce na Obrázku 8. Následující část sekvenčního modelu definuje samotné použití nástroje (*). Index vypovídající o náročnosti je vybírán na základě toho, jaký nástroj a jakým způsobem je použit, případně kolikrát. Jednotlivé parametry, které zde mohou být použity, jsou popsány samostatně. Dále v sekvenčním modelu následuje popis odložení nástroje. Ten je téměř shodný s částí popisující umístění nástroje na místo, kde bude použit. Jediný rozdíl je u zmiňovaného parametru „P“, který je tentokrát vybírán z tabulky pro obecné přemístění znázorněné na Obrázku 4. V tomto případě nevyplývá náročnost umístění z povahy nástroje, ale ze způsobu jakým je nástroj odkládán. Poslední část sekvenčního modelu popisuje návrat do výchozí polohy (A).

Pokud k návratu do výchozí polohy nedochází, zůstává tento parametr opět nulový. V případě, že by bylo po dokončení činnosti s nástrojem dále manipulováno, zůstávají nulové poslední čtyři indexy (ABP A), které vyjadřují odložení nástroje a návrat do výchozí polohy.

Použití nástroje												Umístění nástroje P								
ABG Získat nástroj		ABP Položit nástroj		*		ABP Položit nástroj		A Návrat				Nástroj		Index						
F Utáhnout nebo Uvolnit L																				
Činnost prstů		Činnost zápěstí					Činnost paže					Činnost nástroje								
Rolování		Otočení		Rázy	Točení		Klepnutí		Otočení		Rázy	Točení		Úder	Průměr šroubu					
Prsty, šroubovák		ruka, šroubovák, ráčna, T-klíč		klíč na matice, Allen klíč	klíč na matice, Allen klíč, ráčna		ruka, kladivo		ráčna		T-klíč obouručný		klíč na matice, Allen klíč		klíč na matice, Allen klíč, ráčna		ruka, kladivo		utahovačka	
1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	Měřicí nástroje	1	
3	2	1	1	1	1	3	1	-	1	-	1	-	1	1	1/4" (6mm)	3	Pomůcky povrch. úpravy	1		
6	3	3	2	3	3	6	2	1	-	1	3	1	3	1"	(25mm)	6	Šroubovák	3		
10	8	5	3	5	5	10	4	-	2	2	5	5	5			10	Ráčna	3		
16	16	9	5	8	8	16	6	3	3	3	8	8	8			16	T-klíč	3		
24	25	13	8	11	11	23	9	6	4	5	12	12	12			24	klíč s uzavř. koncem	3		
32	35	17	10	15	15	30	12	8	6	6	16	16	16			32	Allen klíč	3		
42	47	23	13	20	20	39	15	11	8	8	21	21	21			42	Utahovačka	3		
54	61	29	17	25	25	50	20	15	10	11	27	27	27			54	Nastavitelný klíč	6		

Obrázek 8- Basic MOST - Použití nástroje 1[10]

Použitý nástroj

Samotný druh použitého nástroje (*), kterým je definován tento sekvenční model, se určuje podle charakteru činnosti, která bude nástrojem vykonávána. Následně je doplněn indexem, který vyjadřuje délku trvání.

F - Utáhnout

Při činnostech, u kterých dochází pomocí nástroje k utahování, se u parametru použitého nástroje (*) nerozlišuje, čím je tento úkon vykonáván. V tabulce pro určení indexů jsou druhy nástrojů zobrazeny pouze pro přehlednost a jednodušší hledání. Druh nástroje je určován v parametru umístění nástroje (P), který se v sekvenčním modelu nachází ve fázi prvního položení nástroje. Definované indexy u jednotlivých druhů nástrojů vypovídají o náročnosti umístění na manipulovaný objekt.

Pro správné určení indexu je klíčové určit, k jakému pohybu paže dochází během používání nástroje. Zde je rozlišeno, zda se pohybují pouze prsty, zápěstí, celá paže, nebo zda koná pohyb samotný nástroj. Následně se vybere, k jakému druhu pohybu dochází, zda se jedná o rolování, otáčení, rázy, točení, klepnutí, nebo úder. Na základě počtu opakování těchto pohybů se určí odpovídající index. V případě, že utahování provádí samotný nástroj, je pro určení indexu rozhodující průměr utahovaného šroubu.

L - Uvolnit

Pro uvolňování je určení indexu naprosto totožné s popisovaným utahováním. Indexy a jejich náročnost jsou také totožné a určují se ze stejné tabulky. Jediný rozdíl je v použití jiného označení parametru v sekvenčním modelu.

C - Dělit

Pokud pomocí použitého nástroje dochází k dělení materiálu, určuje se u tohoto parametru index na základě toho, jakým způsobem k dělení dochází. Rozlišuje se, zda dochází ke kroucení, případně ohýbání, odštípnutí, ustříhnutí, nebo řezání. Nástroje jsou zde uvedeny opět pouze pro přehlednost při vyhledávání odpovídajícího indexu. U kroucení, nebo ohýbání je index závislý na tom, jakým způsobem k dělení materiálu dochází. Při odštípnutí je pro určení indexu rozhodující tvrdost děleného materiálu. U stříhání a řezání odpovídá index počtu opakování pohybů nástrojem.

S - Povrchová úprava

Při použití nástroje k úpravě povrchu je rozhodující jakým způsobem k této povrchové úpravě dochází. Rozlišuje se, zda dochází k čištění vzduchem, kartáčem, nebo zda je objekt pouze otírán. Index se poté určuje podle velikosti upravovaného povrchu.

M - Měřit

Tento parametr je použit tehdy, když během hodnoceného úkonu dochází k měření. V tomto případě je index určován podle druhu použitého měřidla.

R - Zaznamenání

Tento parametr je použit pro určení času trvání činností, při kterých se využívají psací potřeby. Index se určuje podle toho, zda dochází k psaní nebo pouze značení. V případě psaní jsou kritéria pro určení indexu rozdělena podle toho, zda se zapisují celá slova, nebo pouze znaky. Podle počtu se poté k parametru přiřadí správný index.

T - Myšlení

V analýze Basic MOST jsou za nástroj považovány také části lidského těla. U parametru myšlení (T) konkrétně ruce a oči. Pokud dochází během hodnoceného úkonu k vizuální kontrole, nebo ke kontrole pomocí hmatu prstů, je index určován podle počtu kontrolovaných bodů. Jestliže určíme čas, který zabere pracovníkovy čtení, určuje se index podle počtu znaků, samostatných slov. Pro rychlejší určení správného indexu je v předdefinované tabulce možné určit index i podle délky celého psaného textu.

Použití nástroje														
ABG Získat nástroj		ABP Položit nástroj		* Použit nástroj			ABP Položit nástroj stranou		A Návrat					
C Dělit				S Povrchová úprava			M Měření		R Zaznamenání		T Myšlení			
index x10	Kroutit / Ohnout	Odštipnout	Ustříhnout	Řezat	Čistit vzduchem	Čistit kartáčem	Otřít	Měřit	Psát	Značit	Kontrolovat	Čist		index x10
	kleště	drát	nůžky	nůž	Získat Nesimo	kartáč	hadřík	měřicí pomůcky	tužka	značkovač	oči, prsty	znaky, samostat. slova	slovní text	
					sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	in (cm) ft. (m)	znaky	slova	znaky	body		
1	stisk		1	-	-	-	-		1	-	Odřávknutí	1	1	3
3	měkký		2	1	-	-	½		2	-	1 Linka	3	3	8
6	kroutit, ohnout slychu	střední	4	-	Místo 1 dutina, bod	1 malý objekt	-		4	1	2	5	6	15
10		tvrdý	7	3	-	-	1	profilový kalibr	6	-	3	9	12	24
16	ohnout – závlačka		11	4	3	2	2	Pevná stupnice posuv.měřítka 12 in (30cm)	9	2	5			38
24			15	6	4	3	-	Listkový spárometr	13	3	7			54
32			20	9	7	5	5	Ocel.měř.pásma 6 ft (2m) Hloubkový mikrometr	18	4	10			72
42			27	11	10	7	7	Vnější – Mikrometr 4 in (10cm)	23	5	13			94
54			33					Vnitřní – Mikrometr 4 in (10cm)	29	7	16			119

Obrázek 9 - Basic MOST - Použití nástroje 2 [10]

2 Analýza současného stavu

Podmětem pro vytvoření této diplomové práce je zpracování nového návrhu výrobní linky pro montáž dveřních výztuh automobilů Volvo, interně nazývaných Flush handle. Tyto dveřní výztuhy se ve společnosti WITTE Nejdek, spol. s r.o. vyrábějí již od roku 2016. Stávající výrobní linka je plně funkční, ale vzhledem ke stávajícímu provozu bez větších inovací a úprav nevyhovuje některým požadavkům. Hlavní důvod pro návrh nové výrobní linky, nebo případných úprav na stávající lince je skutečnost, že není dlouhodobě plněn plán požadovaného vyráběného množství v odpovídající kvalitě. Je tedy nutné provést analýzy pro zjištění slabých míst stávající linky, které bude možné odstranit, případně se tím inspirovat při návrhu nové linky. Z ekonomického hlediska je nutné uvážit možnost úpravy stávající linky oproti budování zcela nové.

2.1 Součásti určené pro montáž

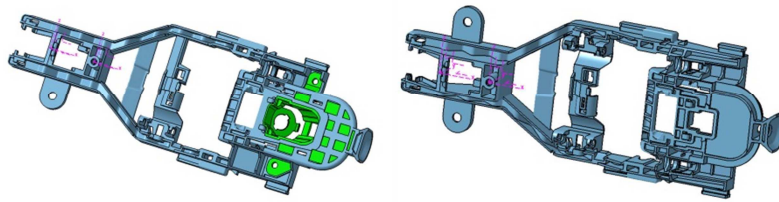
Na stávající výrobní lince se kompletuje šest různých variant dveřních výztuh. Varianty se liší v druhu některých použitých součástí, které jsou popsány v této kapitole. Některé komponenty nejsou pro daný typ výztuhy použity vůbec. Důvodem je využití výztuhy v kombinaci s jiným typem kliky, nebo skutečnost, že garnitura zámku pro odemčení klíčem se nachází pouze u dveří řidiče.

Výztuha

Výztuha je základní částí montážního celku. Připevňují se na ní všechny ostatní díly sestavy. Finální sestava je připravena pro namontování do vnitřní části dveří ve voze. Dveřní výztuha má také za úkol zpevnění důležité části dveří, kde se nachází otevírací mechanismus, pro případ nehody. Při montáži na zvolené výrobní lince se používají dva druhy dveřních výztuh.

První varianta je určena pro dveře řidiče, kde se nachází zámek. Tato výztuha je navržena tak, aby na ní bylo možné namontovat cylinder zámku. Hmotnost výztuhy je 134,3 gramů a je vyrobena tlakovým odléváním z materiálu PBT GF 30.

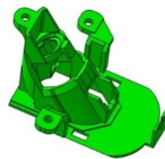
Druhá varianta dveřní výztuhy je určena pro ostatní dveře vozu, kde se nenachází zámek. Je navržena tak, aby na ní bylo možné namontovat krytku, která nahrazuje cylinder s otvorem pro klíč. Oproti první variantě je hmotnost výztuhy vyšší, 143 gramů. Vyráběna je také tlakovým litím z materiálu PBT GF 30.



Obrázek 10 - Výztuha - pro cylindr, pro krytku

Vedení cylindru

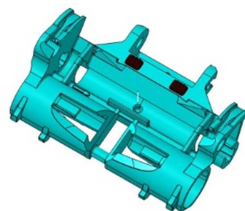
Součást označená jako vedení cylindru slouží k přesnému usazení cylindru zámku a jeho pevnému spojení s dveřní výztuhou. Teoreticky by mohlo být vedení přímo součástí dveřní výztuhy určené pro dveře řidiče. Z hlediska zvolené technologie výroby to ale není možné, kvůli odformovatelnosti. Tato součást vstupuje do montážního procesu již pevně spojená s dveřní výztuhou. Součást je vyráběna tlakovým litím ze zinkové slitiny ZnAl4Cu1 DIN EN 12844. Hmotnost vedení je 129 gramů.



Obrázek 11 - Vedení cylindru

Páka kliky

Páka kliky slouží k přenesení pohybu kliky vyvolané člověkem při otevírání dveří na pohyb bowdenu pro uvolnění zámku. Bowden se na páku na této montážní lince nepřipevňuje, dochází k tomu až u zákazníka Volvo. Páka kliky má důležitý význam z hlediska bezpečnosti. Musí zajistit, aby nedošlo při nehodě k samovolnému otevření dveří, což by mohla mít na svědomí samotná tíha kliky. K tomu slouží především vhodně zvolené protizávaží, které je do páky kliky připevněno v rámci montáže. Páka kliky je vyráběna tlakovým litím z materiálu POM C GF30. Hmotnost páky kliky je 31,5 gramu.



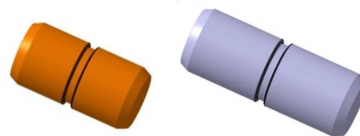
Obrázek 12 - Páka kliky

Závaží

Závaží je velice důležitá součást této sestavy. Zajišťuje, aby během nehody nedošlo k samovolnému otevření dveří, které by mohla mít na svědomí samotná tíha kliky. Podle zákonného požadavku je nutné, aby k samovolnému otevření nedošlo ani při nárazu odpovídajícímu 30G. V rámci zajištění tohoto požadavku jsou otevírací systémy ve WITTE Automotive navrhovány a testovány pro přetížení odpovídající 35G.

S vyráběnou dveřní výztuhou jsou při finální montáži vozu spojovány dva druhy klik. Liší se mimo jiné v hmotnosti, a proto je nutné vyvážit obě varianty proti odolávání požadovanému přetížení. Bylo by možné používat těžší protizávaží i pro lehčí variantu kliky, ale je to neekonomické.

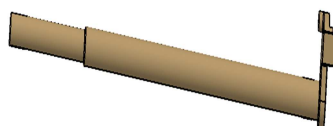
Oba druhy protizávaží jsou vyráběny soustružením, materiál protizávaží je ocel SAE 12L14. Obě varianty mají stejný průměr, aby bylo možné je montovat do stejného druhu páky kliky. Liší se pouze jejich délkou a tím jejich hmotností. První varianta STD pro lehčí typ kliky má hmotnost 33,5 gramů. Pro těžší kliku s elektronikou je použito těžší závaží KV s hmotností 56,2 gramů.



Obrázek 13 - Závaží STD, závaží KV

Osa

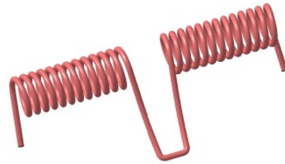
Pro otočné spojení páky kliky s dveřní výztuhou je použita osa. Tato součást je navržena tak, aby byla po zamontování zajištěna a nemohlo dojít k samovolnému vysunutí, což by způsobilo nefunkčnost celé sestavy a nemožnost otevřít dveře. Osa je vyráběna tlakovým litím z materiálu PBT. Hmotnost osy je 4,5 gramů.



Obrázek 14 - Osa

Dvojitá pružina

Dvojitá pružina je společně s pákou kliky umístěna na ose. Její funkcí je samovolný návrat kliky po otevření uživatelem, má ale také bezpečnostní funkci. Společně s pákou kliky, na které je umístěné závaží zajišťuje plnění již zmiňovaného požadavku na odolávání přetížení 30G. Pružina je formována z drátu z korozivzdorné oceli DIN EN 10270-3. Hmotnost pružiny je 4,8 gramů.



Obrázek 15 - Dvojitá pružina

Spona

Spona je součást, která slouží k uchycení cylindru zámku, nebo krytky nahrazující cylindr ve dveřích bez zámku. Nasazuje se do drážky ve výztuze. Po vložení cylindru nebo krytky je posouvána pomocí šroubu až do koncové polohy a tím je zajištěno uchycení zmiňovaných součástí.

V první variantě, kdy slouží k uchycení cylindru zámku, je nutné zajistit co nejpevnější spojení. Důvodem je bezpečnost proti vykrádání vozu. Pokud by byla vyrobena z nekvalitního materiálu, vzniklo by nebezpečí snadného vylovení cylindru zámku. Spona je pro tuto variantu vyrobena z materiálu ZnAl4Cu1 DIN EN 12844, stejně jako vedení cylindru. Hmotnost součásti je 48,1 gramů.

Druhá varianta je určena pro dveřní výztuhu bez cylindru zámku. Slouží k uchycení záslepky nahrazující cylindr u dveří bez zámku. V tomto případě není kladen tak velký důraz na bezpečnost, protože spona neupíná bezpečnostní prvek. Je tedy použit méně odolný materiál PA6 GF30. Hmotnost této spony je 11,6 gramů.



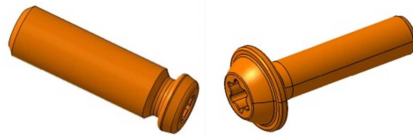
Obrázek 16 - Spona - pro cylindr, pro krytku

Šroub

Šrouby se na zvolené výrobní lince opět vyskytují ve dvou variantách. Slouží ke snadné manipulaci a pevnému uchycení spony pro zajištění pevného spojení cylindru zámku nebo záslepky, která cylindr nahrazuje.

První varianta je určena pro dveřní výztuhu s cylindrem zámku. Na šroub jsou kladeny vyšší nároky kvůli bezpečnosti, a proto se nejedná o normalizovaný šroub, ale společnost WITTE Automotive si ho vyrábí sama. Použitým materiálem je ocel 1.0214. Hmotnost této varianty šroubu je 9,7 gramů.

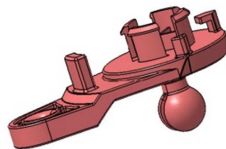
Druhá varianta je určena pro dveřní výztuhu bez cylindru zámku, který je zde nahrazen krytkou. Zde nehrozí nebezpečí snadného vloupání přes krytku, proto je použit nakupovaný druh šroubu DELTA PT® s hmotností 3,3 gramů.



Obrázek 17 - Šroub - pro cylindr, pro krytku

Páka cylindru

Páka cylindru je součást propojující cylindr zámku s táhlem, které zámek ovládá. Při usazování cylindru do sestavy dosedne jeho otočná část na páku cylindru. Při otočení klíčem vloženým do cylindru se páka také otočí a pohybuje připevněným táhlem. Tím dojde k odemčení dveří. Páka cylindru je vyrobena z materiálu PA6 GF30 a její hmotnost je 4,8 gramů.



Obrázek 18 - Páka cylindru

Pružina cylindru

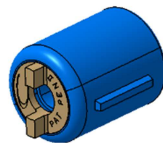
Tato součást usnadňuje vratný pohyb páky cylindru po odemčení dveří. Vyskytuje se tedy pouze ve variantě výztuhy určené pro dveře řidiče, ve kterých je cylinder zámku. Pružina je vyrobena z materiálu EN 10270-1. Hmotnost pružiny je 0,7 gramů.



Obrázek 19 - Pružina cylindru

Brzda

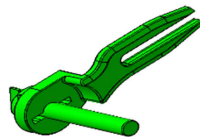
Brzda ve dveřní výztuze nemá přímý vliv na funkčnost, jedná se spíše o komfortní prvek. Zajišťuje pomalý návrat kliky po jejím puštění a tím snižuje hluk při dosednutí kliky zpět do výchozí polohy. Brzda se vyskytuje pouze v některých variantách výztuh. Způsobuje tužší otevírání kliky, a proto nesmí být příliš silná. Brzda se ve společnosti nevyrábí a je dodávána firmou CULTRARO. Její hmotnost je 2,5 gramů.



Obrázek 20 - Brzda

Páka brzdy

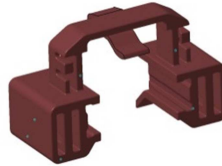
Páka brzdy slouží ke spojení brzdy a páky kliky, která se otáčí při zatažení za kliku dveří. Tato součást se také objevuje pouze u některých typů dveřních výztuh. Je vyrobena z materiálu PBT a její hmotnost je 2 gramy.



Obrázek 21 - Páka brzdy

Vložka

Poslední součástí vyskytující se u těchto dveřních výztuh, je vložka, která se nasouvá na zadní část výztuhy. Slouží ke správnému polohování dveřní výztuhy během montáže do vozu. Je vyrobena z materiálu POM-C s hmotností 5,6 gramů.



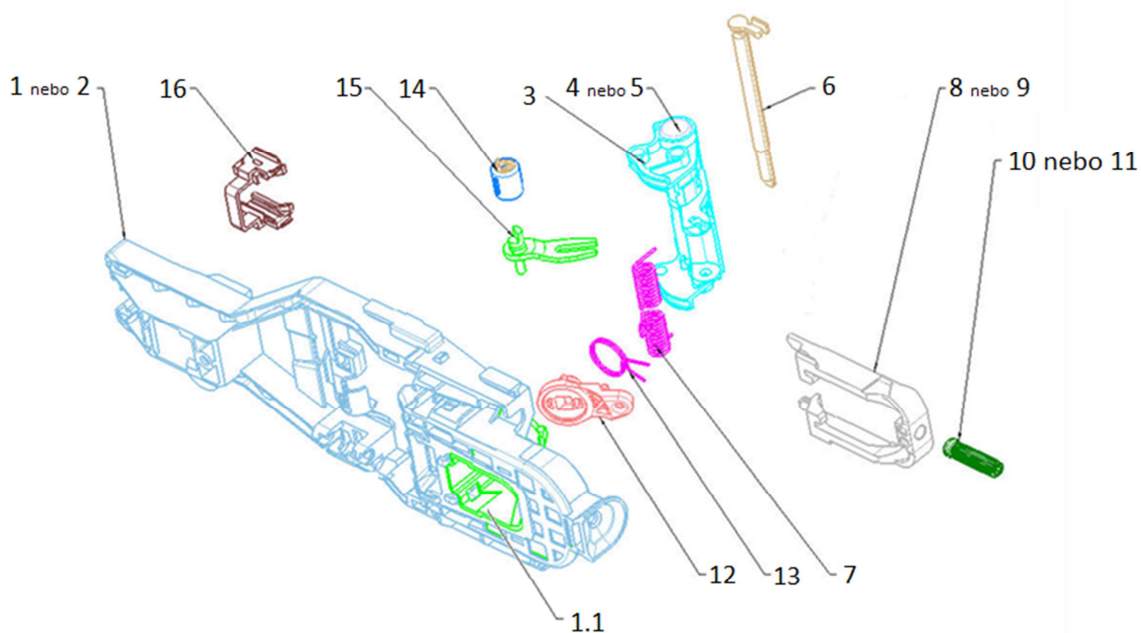
Obrázek 22 - Vložka

2.2 Varianty dveřních výztuh

Zmiňované dveřní výztuhy se vyrábějí v šesti variantách. Jedná se o verze pro dveře řidiče s cylindrem zámku a pro ostatní dveře, které jej neobsahují. Další rozdíl je v přítomnosti nebo absenci brzdy, která zpomaluje zpětný pohyb kliky po otevření a jejím puštění. Přítomnost brzdy také eliminuje hluk při dosednutí kliky do výchozí polohy. Další rozdíl jednotlivých variant je v použití druhu protizávaží. Protizávaží ve dveřní výztuze má za úkol zamezit samovolnému otevření kliky a tím celých dveří během nárazu. Podle zákona nesmí dojít k otevření dveří ani při působení 30G. Interním standardem společnosti WITTE Automotive je držet se nad touto zákonnou hranicí a konstruovat své výrobky tak, aby dokázaly odolávat minimálně přetížení 35G. V některých případech může zákazník požadovat plnění i při náročnějších podmínkách. Různá hmotnost protizávaží u těchto dveřních výztuh se odvíjí od hmotnosti samotné kliky. Pokud je součástí kliky například elektronika zajišťující odemčení zámku dotykem, je hmotnost kliky vyšší a proto je nutné použít ve dveřní výztuze těžší protizávaží. V následující tabulce je číslicí v zeleném poli označen počet součástí, ze kterých se skládají jednotlivé varianty dveřních výztuh. Na obrázku pod tabulkou jsou jednotlivé součásti označeny odpovídající pozicí.

Tabulka 5 - Kusovník pro varianty dveřních výztuh

Pozice	Součást	095	096	097	098	099	101
1	VÝZTUHA	1				1	1
1.1	VEDENÍ CYLINDERU	1				1	1
2	VÝZTUHA - DUMMY		1	1	1		
3	PÁKA KLIKY	1	1	1	1	1	1
4	ZÁVAŽÍ STD			2	2	2	2
5	ZÁVAŽÍ KV	2	2				
6	OSA	1	1	1	1	1	1
7	DVOJITÁ PRUŽINA	1	1	1	1	1	1
8	SPONA	1				1	1
9	SPONA - DUMMY		1	1	1		
10	ŠROUB	1				1	1
11	ŠROUB - DUMMY		1	1	1		
12	PÁKA CYLINDRU	1				1	1
13	PRUŽINA CYLINDRU	1				1	1
14	BRZDA	1	1		1		1
15	PÁKA BRZDY	1	1		1		1
16	VLOŽKA	1	1	1	1	1	1



Obrázek 23 - Pozice součástí pro varianty dveřních výztuh

2.2.1 Dveřní výztuha 095

Jedná se o dveřní výztuhu určenou pro dveře řidiče s cylindrem zámku. Dveřní výztuha obsahuje brzdu a páku brzdy, která je zde umístěna z hlediska komfortu a pomalého plynulého návratu kliky. Dveřní výztuha vstupuje do montážního procesu již pevně spojená s vedením cylindru. Tato varianta je určena pro spojení s klikou obsahující elektroniku, z toho důvodu obsahuje těžší závaží KV, které se připevňuje do páky kliky. Stejná osa, dvojitá pružina a vložka je obsažena ve všech šesti variantách dveřních výztuh. Z důvodu přítomnosti cylindru je pro tuto variantu použita spona a šroub s vyššími pevnostními vlastnostmi a také páka a pružina cylindru. Varianta 095 je ve výrobě zastoupena 17 % z celkové produkce. Tato varianta dveřní výztuhy je kromě druhu použitého protizávaží naprosto shodná s dveřní výztuhou 101. Hmotnost a rozměr závaží nemá žádný vliv na použité analýzy montážního procesu. Proto jsou varianty dveřních výztuh 095 a 101 hodnoceny společně a souhrnně označeny jako „Zn+brzda“.

2.2.2 Dveřní výztuha 096

Tato varianta dveřní výztuhy neobsahuje cylindr zámku a je určena pro dveře spolujezdce a pro zadní dveře vozu. Je zde tedy použita výztuha DUMMY bez vedení cylindru a pro uchycení krytky nahrazující cylindr zámku je použita spona DUMMY a šroub DUMMY. Vzhledem k tomu, že se jedná o výztuhu určenou pro kliku s elektronikou, která má vyšší hmotnost, je použito těžší závaží KV. To se upevňuje do páky kliky, která je pro všechny varianty shodná, stejně jako další univerzální součásti, mezi které patří osa, dvojitá pružina a vložka. Varianta 096 obsahuje brzdu, jejíž nedílnou součástí je páka brzdy. Tyto součásti zde plní pouze funkci komfortu pro uživatele a zajišťují pomalý a tichý návrat kliky do výchozí polohy. Tato varianta je ve výrobě zastoupena 51 % z celkové produkce všech šesti druhů dveřních výztuh. Varianta dveřní výztuhy 096 se liší oproti variantě 098 pouze v druhu použitého závaží. Rozměr ani hmotnost závaží nemá žádný vliv na analýzy montážního procesu. Z tohoto důvodu jsou varianty dveřních výztuh 096 a 098 hodnoceny dohromady a souhrnně označeny jako „Plast+brzda“.

2.2.3 Dveřní výztuha 097

Dveřní výztuha s označením 097 je určena pro dveře bez cylindru zámku. Je velice podobná výše popisované dveřní výztuze 096. Rozdíl je zde v absenci brzdy, která zpomaluje zpětný pohyb kliky do výchozí polohy. Do montážního procesu tedy nevstupuje ani páka brzdy, která je její nedílnou součástí. Dalším rozdílem je druh použitého závaží, které se montuje do univerzální páky kliky. Dveřní výztuha 097 je určena pro montáž kliky bez elektroniky, která má nižší hmotnost a proto je v tomto případě použito lehčí a méně rozměrné závaží STD. Ostatní součásti jsou naprosto shodné s variantou dveřní výztuhy 096. Tato varianta dveřní výztuhy není příliš obvyklá a zaujímá pouze 5 % z celkové produkce těchto dveřních výztuh. Pro přehlednost je tato varianta v analýzách označena jako „Plast“, což znázorňuje, že se jedná o verzi bez cylindru zámku a bez brzdy.

2.2.4 Dveřní výztuha 098

Jedná se o sestavu určenou pro dveře vozu bez cylindru zámku, tedy pro dveře spolujezdce a zadní dveře vozu. Tato výztuha obsahuje komfortní prvek, kterým je brzda zajišťující pomalý návrat kliky do výchozí polohy. Tato varianta je ve výrobě zastoupena 19 % z celkové produkce všech dveřních výztuh. Výztuha 098 je určena pro kliku bez elektroniky, která má nižší hmotnost a proto je zde použito lehčí závaží STD. Druh použitého závaží je jediný rozdíl oproti variantě 096. Pro analýzu montáže není rozdíl hmotnosti ani rozměrů tak výrazný, aby ovlivnil její výsledky a proto jsou varianty dveřních výztuh 096 a 098 hodnoceny společně a souhrnně označeny jako „Plast+brzda“.

2.2.5 Dveřní výztuha 099

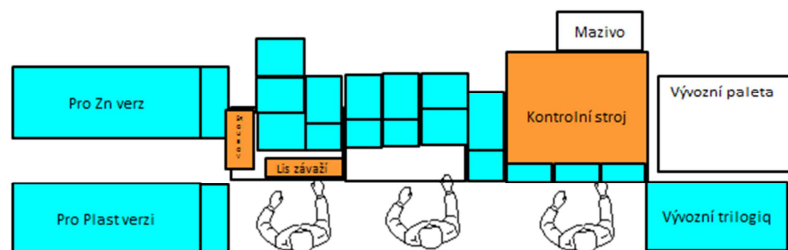
Tato varianta je v celkové produkci dveřních výztuh zastoupena nejmenším podílem a to pouze 2 %. Jedná se o dveřní výztuhu určenou pro dveře řidiče s cylindrem zámku. Jsou zde proto obsaženy odolnější součásti, které jsou určeny právě pro zmiňovaný cylindr. Tato varianta je určena pro kliky bez elektroniky, které mají nižší hmotnost, a proto je zde použito lehčí závaží STD zajišťující bezpečnostní funkci. Výztuha je velice podobná variantě 095, liší se v druhu použitého protizávaží a neobsahuje brzdu. Pro jednodušší orientaci v jednotlivých variantách je dále označována jako „Zn“, což označuje, že se jedná o zinkovou verzi bez brzdy.

2.2.6 Dveřní výztuha 101

Poslední varianta dveřních výztuh je určena pro dveře řidiče, které obsahují cylinder zámku. Výztuha obsahuje brzdou, která zde má komfortní funkci. V celkové produkci popisovaných dveřních výztuh je zastoupena 6 %. Výztuha 101 je téměř shodná s variantou 095. Jediný rozdíl je zde v použitém druhu závaží, které je důležité z hlediska bezpečnosti při nárazu. Rozdíl hmotností ani rozměrů závaží není tak výrazný, aby měl vliv na použité analýzy, a proto je možné hodnotit verze 095 a 101 společně. Je důležité pouze sečíst procentuální zastoupení těchto dvou variant dohromady. Pro snadnější orientaci jsou dále označovány výztuhy 095 a 101 jako „Zn+brzda“, což znázorňuje, že se jedná o variantu se zinkovým vedením cylindru a brzdou.

2.3 Současný stav výrobní linky

V současné době je výrobní linka pro montáž dveřních výztuh obsazena třemi operátory, kteří vykonávají převážně manuální montáž. První pracoviště je vybaveno elektrickým ručním šroubovákem, který slouží k utahování šroubu určeného pro posuv spony v drážkách dveřní výztuhy. Dále je součástí výrobní linky přípravek určený k lisování závaží do páky kliky. Do tohoto přípravku zadává operátor součásti manuálně. Po celou dobu lisování v něm musí držet páku kliky. Není tedy možné během lisování vykonávat další montáž, nebo připravovat součásti na následující operace. Na druhém stanovišti probíhá pouze manuální montáž bez použití přípravků nebo speciálních nástrojů. Součástí třetího stanoviště výrobní linky je automatizovaný kontrolní stroj, který kontroluje přítomnost všech součástí podle aktuálně nastaveného druhu vyráběných dveřních výztuh. Provádí také dotažení šroubu spony do koncové polohy a na vyrobenou výztuhu značí její typ a datum montáže. U variant dveřních výztuh bez brzdy dochází pouze k zakládání kompletní sestavy do kontrolního stroje, k jejímu vyjmutí a následné vizuální kontrole operátorem. V případě variant výztuh obsahujících brzdou dochází na tomto stanovišti navíc k montáži brzdy a páky brzdy do podsestavy dveřní výztuhy předané z předchozího pracoviště. Až následně je výztuha vkládána do kontrolního stroje.



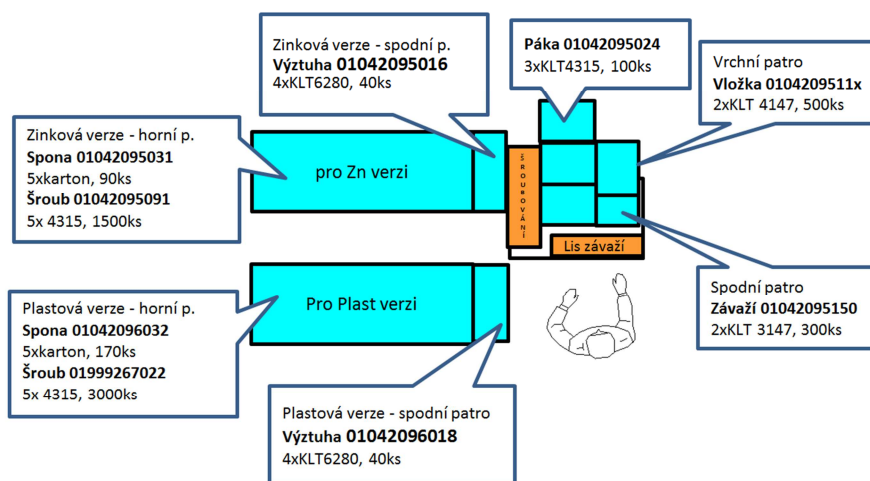
Obrázek 24 - Layout současného pracoviště

2.3.1 Pracoviště ST 10

První částí současné výrobní linky je pracoviště ST 10. Do montážního procesu vstupuje u všech variant dveřní výztuha šest druhů součástí. Po jednom kusu vstupují do procesu výztuha, spona, šroub, vložka a páka kliky, pouze závaží jsou pro montáž jedné výztuhy použity dvě totožná. Pro jednotlivé varianty dveřních výztuh jsou použity různé varianty některých součástí. Výztuha, spona a šroub se liší podle toho, zda se jedná o dveřní výztuhu s cylindrem zámku, nebo bez něj. Druh závaží se liší podle toho, zda se jedná o variantu STD, nebo KV, což označuje, která klika bude následně na výztuhu montována. Součástí páka kliky a vložka jsou vyráběny pouze v jednom provedení a montují se stejně na všechny varianty dveřních výztuh. Pro utahování šroubu ve sponě u varianty určené pro cylinder zámku je použit přípravek. U varianty bez cylindru se šroub do spony pouze ručně vkládá. Pro lisování obou druhů závaží do páky kliky je použit speciální přípravek. Všechny ostatní operace jsou prováděny manuálně operátorem. Montážní postup pro jednotlivé varianty dveřních výztuh je uveden v analyzačním protokolu. (viz. Příloha č. 2)



Obrázek 25 - Pracoviště ST 10



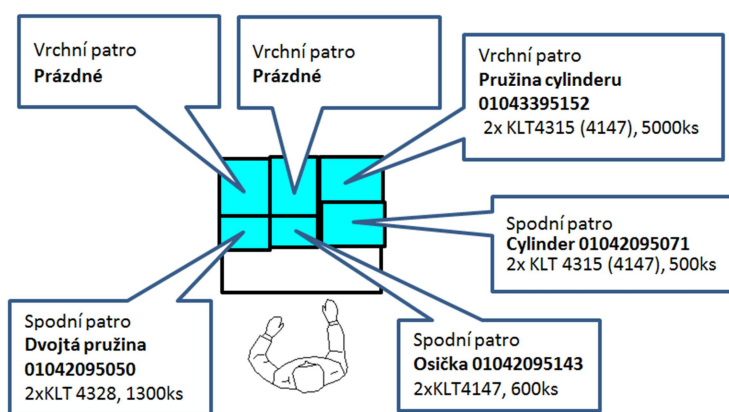
Obrázek 26 - Rozmístění materiálu ST 10

2.3.2 Pracoviště ST 20

Po dokončení všech operací na prvním pracovišti je předána rozpracovaná sestava na vedlejší pracoviště ST 20. Zde vstupují do montážního procesu tři nebo pět součástí podle toho, která varianta dveřní výztuhy se právě montuje. Vždy je použita podsestava páky s protizávažím, která byla připravena na pracovišti ST 10. Dále je pro všechny varianty dveřních výztuh použita stejná zkrutná pružina a osa. Pro varianty výztuh určených pro cylinder zámku přibývají další dvě součásti a to páka cylindru a pružina pro páku cylindru. Na tomto pracovišti je také možné pomoci s montováním brzdy, které standardně probíhá na následujícím pracovišti ST 30. Všechny úkony zde vykonává pracovník manuálně, bez použití jakéhokoli přípravku. Montážní postup pro jednotlivé varianty dveřních výztuh je uveden v analyzačním protokolu. (viz. Příloha č. 2)



Obrázek 27 - Pracoviště ST 20



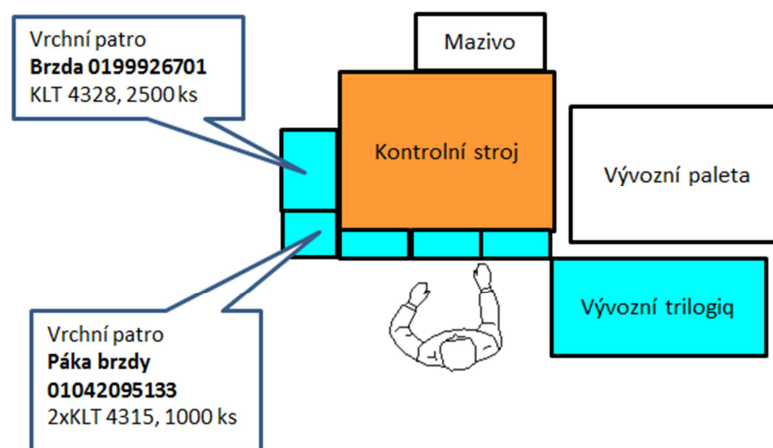
Obrázek 28 - Rozmístění materiálu ST 20

2.3.3 Pracoviště ST 30

Podsestava rozpracované výztuhy z předchozích dvou pracovišť je předána na pracoviště ST 30. Zde se úkony liší v tom, zda právě montovaná varianta dveřní výztuhy obsahuje brzdou, či nikoli. Pokud je vyráběna varianta s brzdou, vstupují do montážního procesu další dvě součásti, a to páka brzdy a samotná brzda. V tomto případě jsou tyto dvě součásti pracovníkem manuálně připevněny na podsestavu. Pokud se jedná o varianty dveřních výztuh bez brzdy, nedochází na tomto pracovišti již k žádné montáži. U všech šesti variant vyráběných dveřních výztuh je finální sestava vkládána do automatizovaného stroje, který provádí kontrolu a značení. Montážní postup pro jednotlivé varianty dveřních výztuh je uveden v analyzačním protokolu. (viz. Příloha č. 2)

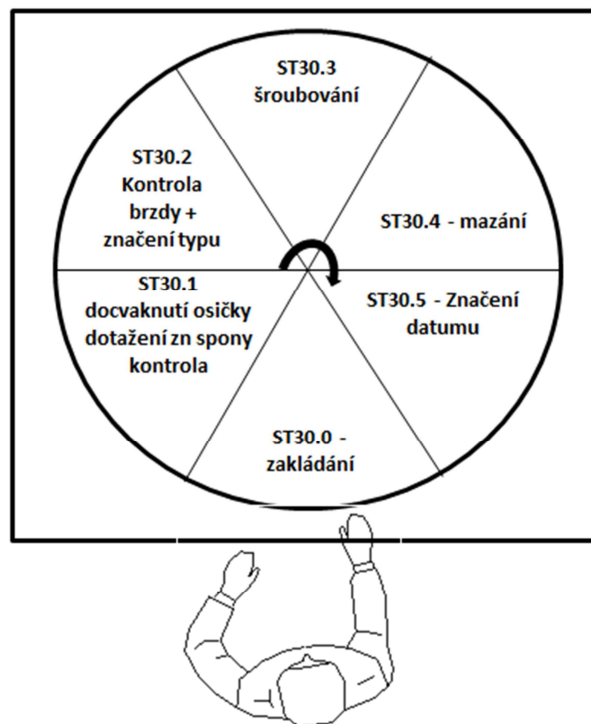


Obrázek 29 - Pracoviště ST 30



Obrázek 30 - Rozmístění materiálu ST 30

Po založení do stroje následuje automatické zajištění osičky, aby se zamezilo jejímu vypadnutí. Pokud se jedná o variantu s cylindrem zámku, dochází při první operaci stroje také k dotažení šroubu a tím k napolohování spony do správné pozice. Poté se výztuha ve stroji otočí na druhou pozici. Zde dochází ke kontrole správnosti nasazení brzdy u variant výztuh, které ji mají obsahovat a ke značení typu vyráběné varianty. Poté se výztuha na otočném karuselu ve stroji přesune na třetí pozici. U variant, které nejsou určeny pro cylindr zámku, dochází k dotažení šroubu, který byl do výztuhy vložen. Na dalším stanovišti dochází k mazání otočných částí výztuhy. Na poslední pozici dochází opět ke značení, při této operaci je na výztuhu zaznamenán datum montáže. Po posledním otočení je možné výztuhu vyjmout. Automatizovaný stroj ukáže obsluze výsledek kontroly, přesto musí operátor provést ještě vizuální kontrolu. Pokud je vše v naprostém pořádku, operátor ukládá sestavu do přepravky určené k vývozu. V opačném případě, i při sebemenší neshodě, je díl odkládán do přepravky určené pro zmetky.



Obrázek 31 - Kontrolní stroj

2.4 Analýza současného stavu výrobní linky

Na základě analýzy Basic MOST pro jednotlivé varianty vyráběných dveřních výztuh byly stanoveny časy trvání jednotlivých operací. Pro přehlednost jsou uvedeny v následující tabulce. Kompletní zpracování analýz pro současný stav je uvedeno v Příloze č. 2.

Tabulka 6 - Čisté časy operátorů - Současný stav

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Op1 [s]	Op2 [s]	Op3 [s]
Zn + brzda	095, 101	23 %	21,32	18,86	15,59
Zn	099	2 %	21,32	18,86	8,68
Plast + brzda	096, 098	70 %	14,25	12,67	14,36
Plast	097	5 %	14,25	12,67	7,45

Některé časy jednotlivých operací jsou kratší, než strojní časy. Proto musí operátor v některých případech čekat na stroj. Tím se prodlužuje montážní čas na jednotlivých pracovištích. V následující tabulce jsou uvedeny celkové časy jednotlivých pracovišť, kde je zohledněno také čekání operátora na stroj, které je zvýrazněné.

Tabulka 7 - Časy stanovišť – Současný stav

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	ST10 [s]	ST20 [s]	ST30 [s]
Zn + brzda	095, 101	23 %	21,32	18,86	15,59
Zn	099	2 %	21,32	18,86	11,90
Plast + brzda	096, 098	70 %	14,25	12,67	14,36
Plast	097	5 %	14,25	12,67	12,10

Takt výrobní linky

Jedná se o čas výroby na stanovišti, na kterém trvá montáž nejdéle. Je to tedy čas, za který se při sériové montáži může očekávat výroba jednoho kusu. Takt výrobní linky je označován jako TT.

$$TT_x = \text{MAX} (ST_{10_x}; ST_{20_x}; ST_{30_x}) [s]$$

$$TT_{Zn+brzda} = \text{MAX} (21,32; 18,86; 15,59) = 21,32 \text{ s}$$

$$TT_{Zn} = \text{MAX} (21,32; 18,86; 11,90) = 21,32 \text{ s}$$

$$TT_{Plast+brzda} = \text{MAX} (14,25; 12,67; 14,36) = 14,36 \text{ s}$$

$$TT_{Plast} = \text{MAX} (14,25; 12,67; 12,10) = 14,25 \text{ s}$$

Využitelný časový fond

Pod tímto pojmem se rozumí výrobní čas, který je možné využít během jedné směny. Od čistého času směny jsou zde odečteny pouze zákonem stanovené přestávky. Ostatní neproduktivní časy, mezi které patří například úklid, změna vyráběného typu výztuhy nebo sepsání karty chyb, se ve společnosti WITTE Automotive účtují zvlášť. Proto se neprojeví ve snížení využitelného časového fondu. Čas směny jednoho operátora je 7,5 hodiny. Do času směny operátora se nezapočítává neplacená pauza na oběd, která trvá 30 minut.

$$T_o = 7,5 \text{ h} - \text{Čas směny jednoho operátora} [h]$$

$$T_p = 10 \text{ min} - \text{Čas zákonem stanovených přestávek} [min]$$

$$T_v = 60 \cdot T_o - T_p [min]$$

$$T_v = 60 \cdot T_o - T_p = 60 \cdot 7,5 - 10 = 440 \text{ min}$$

Norma výrobní linky

$$P_p = 3 \text{ pracovníci} - \text{Počet pracovníků} [-]$$

$$T_o = 7,5 \text{ h} - \text{Čas směny jednoho operátora} [h]$$

$$T_v - \text{Využitelný časový fond jedné směny} [min]$$

$$TT_x - \text{Takt výrobní linky pro danou variantu výztuhy} [s]$$

$$NORM_x = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{T T_x \cdot T_o}} \cdot Pp \text{ [min/1000 ks]}$$

$$NORM_{Zn+brzda} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{T T_{Zn+brzda} \cdot T_o}} \cdot Pp = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{21,32 \cdot 7,5}} \cdot 3 = 1090,2 \Rightarrow 1091 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Zn} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{T T_{Zn} \cdot T_o}} \cdot Pp = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{21,32 \cdot 7,5}} \cdot 3 = 1090,2 \Rightarrow 1091 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Plast+brzda} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{T T_{Plast+brzda} \cdot T_o}} \cdot Pp = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{14,36 \cdot 7,5}} \cdot 3 = 734,3 \Rightarrow 735 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Plast} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{T T_{Plast} \cdot T_o}} \cdot Pp = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{14,25 \cdot 7,5}} \cdot 3 = 728,7 \Rightarrow 729 \text{ min/1000 ks}$$

Kapacita směny

$NORM_x$ – Norma výrobní linky pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$Pp = 3$ pracovníci – Počet pracovníků [–]

$T_o = 7,5$ h – Čas směny jednoho operátora [h]

$$KAP_x = \frac{60000}{NORM_x} \cdot Pp \cdot T_o \text{ [ks]}$$

$$KAP_{Zn+brzda} = \frac{60000}{NORM_{Zn+brzda}} \cdot Pp \cdot T_o = \frac{60000}{1091} \cdot 3 \cdot 7,5 = 1237,4 \Rightarrow 1237 \text{ ks}$$

$$KAP_{Zn} = \frac{60000}{NORM_{Zn}} \cdot Pp \cdot T_o = \frac{60000}{1091} \cdot 3 \cdot 7,5 = 1237,4 \Rightarrow 1237 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast+brzda} = \frac{60000}{NORM_{Plast+brzda}} \cdot Pp \cdot T_o = \frac{60000}{735} \cdot 3 \cdot 7,5 = 1836,7 \Rightarrow 1836 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast} = \frac{60000}{NORM_{Plast}} \cdot Pp \cdot T_o = \frac{60000}{729} \cdot 3 \cdot 7,5 = 1851,9 \Rightarrow 1851 \text{ ks}$$

Vytížení operátorů

$Op_{x,y}$ – Čistý čas odpovídajícího operátora pro danou variantu výztuhy [s]

TT_x – Takt výrobní linky pro danou variantu výztuhy [s]

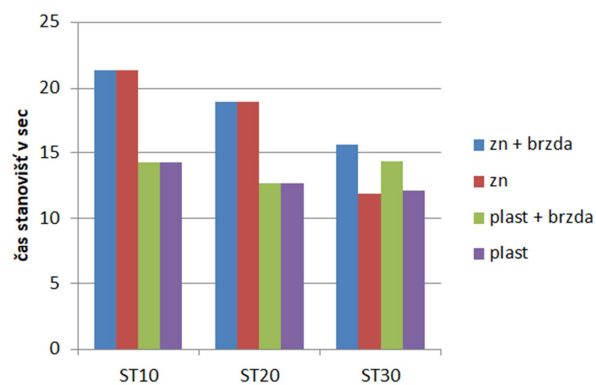
$$VYT_{Op_{x,y}} = \frac{Op_{x,y}}{TT_x} [-]$$

$$VYT_{Op1, Zn+brzda} = \frac{Op1_{Zn+brzda}}{TT_{Zn+brzda}} = \frac{21,32}{21,32} = 1 \Rightarrow 100 \%$$

Tabulka 8 - Vytížení operátorů - Současný stav

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Op1	Op2	Op3
Zn + brzda	095, 101	23 %	100 %	88 %	73 %
Zn	099	2 %	100 %	88 %	41 %
Plast + brzda	096, 098	70 %	99 %	88 %	100 %
Plast	097	5 %	100 %	89 %	52 %

Tt - stanovišť



Obrázek 32 - Takt jednotlivých stanovišť - Současný stav

Vážený takt

PV_x – Poměr výroby pro danou variantu výztuhy [–]

TT_x – Takt výrobní linky pro danou variantu výztuhy [s]

$$vTakt = \sum PV_x \cdot TT_x \text{ [s]}$$

$$vTakt = (PV_{Zn+brzda} \cdot TT_{Zn+brzda}) + (PV_{Zn} \cdot TT_{Zn}) + (PV_{Plast+brzda} \cdot TT_{Plast+brzda}) + (PV_{Plast} \cdot TT_{Plast})$$

$$vTakt = (0,23 \cdot 21,32) + (0,02 \cdot 21,32) + (0,7 \cdot 14,36) + (0,05 \cdot 14,25) = 16,09 \text{ s}$$

Vážená norma

PV_x – Poměr výroby pro danou variantu výztuhy [–]

$NORM_x$ – Norma výrobní linky pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$$vNORM = \sum PV_x \cdot NORM_x \text{ [min/1000 ks]}$$

$$vNORM = (PV_{Zn+brzda} \cdot NORM_{Zn+brzda}) + (PV_{Zn} \cdot NORM_{Zn}) + (PV_{Plast+brzda} \cdot NORM_{Plast+brzda}) + (PV_{Plast} \cdot NORM_{Plast})$$

$$vNORM = (0,23 \cdot 1091) + (0,02 \cdot 1091) + (0,7 \cdot 735) + (0,05 \cdot 729) = 823,7 \text{ min/1000 ks}$$

Shrnutí výsledků

Pro přehlednost jsou v následující tabulce shrnuty výsledky výpočtů pro současný stav.

Tabulka 9 - Shrnutí výsledků - Současný stav

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Celkový takt [s]	Vážený takt [s]	Celková norma [min/1000ks]	Vážená norma [min/1000ks]	Celková kapacita směny [ks]
Zn + brzda	095, 101	23 %	11,90	12,05	812	821,8	2217
Zn	099	2 %	11,90		812		2217
Plast + brzda	096, 098	70 %	12,10		825		2182
Plast	097	5 %	12,10		825		2182

2.5 Porovnání s reálným měřením

Spotřeba času na současné výrobní lince je stanovena pomocí analýzy Basic MOST, která byla v teoretické části vybrána jako nejvíce vyhovující pro daný charakter výroby. Použití této metody předem stanovených časů je vhodné pro porovnání s novými návrhy výrobní linky, na kterých není možné provést reálná měření. Věrohodnost této metody byla ověřena reálným měřením času práce na jednotlivých stanovištích. Měření byla zpracována pro jednotlivé varianty dveřních výztuh ve dnech, kdy probíhala příslušná montáž. Pro každé pracoviště bylo naměřeno dvacet po sobě následujících výrobních časů, ze kterých byl vypočten aritmetický průměr. (viz. Příloha č. 1) V následující tabulce jsou porovnány časové hodnoty získané analýzou Basic MOST a průměrné výrobní časy zjištěné reálným měřením. Pod nimi je vždy uveden procentuální rozdíl těchto dvou hodnot. Pole označená symbolem „X“ nebyla hodnocena. Operátor zde dlouho čeká na dokončení činnosti kontrolního stroje, během čehož si připravuje součásti pro montáž dalších sestav. Z toho důvodu by nebylo možné časy objektivně porovnávat.

Tabulka 10 - Porovnání časů - Basic MOST a reálné měření

Varianta	Výztuha	Stanoviště 10 [s]		Stanoviště 20 [s]		Stanoviště 30 [s]	
		Basic MOST	Reálné měření	Basic MOST	Reálné měření	Basic MOST	Reálné měření
Zn + brzda	095, 101	21,32	21,21	18,86	18,75	15,59	15,70
		+ 0,52 %		+ 0,59 %		- 0,70 %	
Zn	099	21,32	21,20	18,86	18,76	X	X
		+ 0,57 %		+ 0,53 %		X	
Plast + brzda	096, 098	14,25	14,42	12,67	12,58	14,36	14,56
		- 1,18 %		+ 0,72 %		- 1,37 %	
Plast	097	14,25	14,43	12,67	12,53	X	X
		- 1,25 %		+ 1,12 %		X	

Porovnáním časů trvání operací získaných analýzou Basic MOST a reálným měřením nebyly zjištěny zásadní odchylky. Nejvyšší odchylka -1,25 % nastala při porovnání teoretického a reálného času na stanovišti 10 u varianty „Plast“. V tomto případě jsou časy získané analýzou nižší, než časy reálně naměřené. U kladných odchylek je tomu naopak.

2.6 Slabá místa současné výrobní linky

Na současné výrobní lince bylo pozorováním a hodnocením pomocí analýzy Basic MOST odhaleno několik slabých míst. Konkrétně u operace šroubování zinkové spony, u lisování závaží a také u montáže dvojité pružiny a osičky do páky kliky. Jejich odstraněním dojde ke zlepšení pohodlí operátora během montáže a ke snížení výrobního času dveřních výztuh, který je spjatý s požadovaným zvýšením výrobní kapacity. Nápravná opatření jsou navržena v kapitole 3.1.

2.6.1 Šroubování u zinkové spony

Jednou z prvních operací na prvním stanovišti současné výrobní linky je šroubování šroubu do spony, která je následně umístěna do drážek ve výztuze. Podobná operace probíhá u všech variant. U dveřních výztuh, které neobsahují cylinder zámku, tj. jsou určeny pro dveře spolujezdce a zadní dveře vozu, není tato operace problematická. Šroub se do spony našroubuje pouze na jeden závit, aby ze spony nevypadl. Problematické místo bylo detekováno u dveřních výztuh určených pro dveře řidiče, kam bude umístěn cylinder zámku. U těchto variant dveřních výztuh vstupuje do montáže zinková spona a jiný druh šroubu. Ten je nutné nejprve našroubovat na jeden závit, podobně jako u plastové verze. Následuje ale vyšroubování téměř celé délky šroubu skrz sponu. Při této operaci je kladen vysoký požadavek na operátora z hlediska přesnosti a pozornosti. Nesmí dojít k vyšroubování celé délky závitu. Pokud by toto nastalo, musela by se celá operace opakovat, což by narušilo takt celé výrobní linky.



Obrázek 33 - Šroubování u zinkové spony - ST 10

Čas samotného uchycení šroubu na plastovou a zinkovou verzi spony se liší minimálně. Podle analýzy Basic MOST jsou pro zašroubování šroubu do plastové spony o jednu otáčku potřeba 2,52 sekund. Uchycení šroubu k zinkové verzi spony zabere 2,16 sekund. Tento proces je ale navíc doprovázen u zinkové verze vložením šroubu a spony do přípravku, což vyžaduje v součtu dalších 3,6 sekund. Kritický je čas samotného šroubování, který podle měření trvá v průměru 3 sekundy, a jsou při něm kladeny velké nároky na soustředění operátora.

Popis	Se	Sekvence												Fr	TMU	sec										
Natočit šroub do plastové spony (natočení 1 závit)	NF	A	1	B	0	G	3	A	1	B	0	P	1	V	1	A	0	B	0	P	0	A	0	1	70	2,52
		1	1	1				1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1				

Obrázek 34 - Basic MOST - šroubování, plastová verze

Popis	Se	Sekvence												Fr	TMU	sec										
Vložit šroub do zakládání přípravku (spona a šroub je záskána simo)	V	A	1	B	0	G	3	A	1	B	0	P	1	V	0	A	0	B	0	P	0	A	0	1	60	2,16
		1	1	1				1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1				
Vložit zinkovou sponu do zakládání přípravku	V	A	0	B	0	G	0	A	1	B	0	P	3	V	0	A	0	B	0	P	0	A	0	1	40	1,44
		1	1	1				1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1				
Ručním šroubovákem vyšroubovat šroub - ustálení na šroub (návrát je samovolný)	NF	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	3	V	0	A	0	B	0	P	0	A	0	1	60	2,16
		1	1	1				1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1				
Procesní čas šroubování šroubu zinkové spony - 3s (měřeno)	R	A	0	B	0	G	0	A	0	B	0	P	0	V	0	A	0	B	0	P	0	A	0	1	0	3,00
		1	1	1				1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1				

Obrázek 35 - Basic MOST - šroubování, zinková verze

2.6.2 Lisování závaží

Na prvním stanovišti současné výrobní linky dochází k lisování závaží do páky kliky pomocí přípravku, který je zobrazen na následujícím obrázku. Operátor musí nejprve založit dvě závaží do vrchní části přípravku. Poté do spodní části vloží páku kliky, čímž se spustí lisování.



Obrázek 36 - Lisování závaží - ST 10

Během pozorování práce na současné výrobní lince bylo odhaleno zdržování operátora tím, že musí neproduktivně držet páku kliky v lisovacím přípravku a kontrolovat jeho činnost. Během toho nemůže provádět další operace, nebo si připravovat součásti pro další montáž. Měřením bylo zjištěno, že čekání na lisovací přípravek trvá průměrně 1,6 sekund. Analýzou Basic MOST bylo stanoveno, že pro následné odložení páky na odkládací prostor potřebuje průměrně zdatný a zacvičený operátor dalších 0,72 sekund.

Popis	Se	Sekvence												Fr	TMU	sec										
Odložit páku na odkládací prostor	V	A	0	B	0	G	0	A	1	B	0	P	1	V	0	A	0	B	0	P	0	A	0	1	20	0,72
		1	1	1		1	1	1	1		1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1				

Obrázek 37 - Basic MOST - odložení páky

2.6.3 Montáž dvojité pružiny a osičky

Na druhém stanovišti zahajuje operátor svou činnost montáží dvojité pružiny a následně osičky do páky kliky, do které bylo na prvním pracovišti nalisováno závaží. Montáž obou součástí probíhá manuálně bez speciálního náradí nebo přípravku. Během několika pozorování bylo odhaleno, že tato montáž činní problém většině operátorů. Pružina a osička musí být během montáže do páky kliky správně polohovány. V opačném případě je kompletace těchto součástí nemožná. Pružina a páka kliky jsou v pracovním prostoru umístěny daleko od sebe a operátor nemůže získat kontrolu nad oběma díly najednou. Pružina v páce kliky nedrží do té doby, dokud není do podsestavy umístěna osička, a operátor musí pružinu držet po celou dobu montáže. Hrozí zde vypadnutí pružiny, což vyžaduje opakování této operace a zpomalení taktu celé výrobní linky.



Obrázek 38 - Montáž dvojité pružiny a osičky - ST 20

Na toto slabé místo poukazují také výsledky zpracované analýzou Basic MOST. U vkládání dvojité pružiny a osičky do páky kliky vycházejí vysoké časové hodnoty v porovnání s jinými činnostmi. Získání páky kliky, dvojité pružiny a jejich vložení do sebe zabere operátorovi průměrně 3,24 sekund. Následné vložení osičky do páky s pružinou, během kterého musí operátor pružinu v páce kliky přidržovat, trvá 4,32 sekund.

Popis	Se	Sekvence												Fr	TMU	sec										
Do páky kliky vložit pružinu (pro páku a pružinu se nelze simo natáhnout)	V	A	1	B	0	G	3	A	1	B	0	P	3	V	0	A	0	B	0	P	0	A	0	1	90	3,24
Do páky s pružinou vložit osičku	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	6	V	0	A	0	B	0	P	0	A	0	1	120	4,32

Obrázek 39 - Basic MOST - montáž dvojité pružiny a osičky

3 Návrh výrobní linky

Na základě analýzy současného stavu a určení slabých míst stávající výrobní linky byla navržena nápravná opatření. Analýzou bylo zjištěno, že tato nápravná opatření nepřináší dostatečné zrychlení výroby. Ke splnění cílů této diplomové práce není možné navrhnout výrobní linku se třemi operátory, jak je tomu dosud. Z toho důvodu byl do návrhů nové výrobní linky přidán další operátor. Byly navrženy čtyři varianty výrobní linky, které odstraňují slabá místa, optimalizují montáž a zrychlují výrobní cyklus k dosažení vyšší kapacity výroby. Tyto varianty byly následně zhodnoceny z hlediska přínosů, možných rizik, ekonomické náročnosti a výrobních časů pro jednotlivé dveřní výztuhy, které jsou v současné době na této výrobní lince kompletovány.

3.1 Návrh nápravných opatření

Při pozorování operátorů během montáže na stávající výrobní lince a během zpracovávání analýzy Basic MOST bylo nalezeno několik slabých míst, která jsou popsána v kapitole 2.6. Navržená nápravná opatření zvyšují komfort operátorů během výroby a především zrychlují výrobní čas montáže dveřních výztuh, což je hlavním cílem této diplomové práce. Jeho snížením dojde k zajištění vyšší výrobní kapacity.

3.1.1 Šroubování u zinkové spony

Během analýzy současného stavu výrobní linky bylo detekováno slabé místo během šroubování šroubu do zinkové spony u dveřních výztuh určených pro cylindr zámku. Pro přehlednost jsou tyto dveřní výztuhy označovány jako „Zn“ nebo „Zn+brzda“. Na současné výrobní lince je pro tuto montáž umístěn přípravek, do kterého se vkládá šroub a zinková spona. Tyto úkony zaberou podle analýzy Basic MOST průměrně zdatnému zacvičenému operátorovi 3,6 sekund. Nejprve je nutné docílit spojení šroubu se zinkovou sponou. Náročnost této operace byla stanovena na 2,16 sekund. Poté následuje samotné vyšroubování téměř celého závitu skrz výztuhu. Během toho je kladen vysoký nárok na přesnost. Hrozí zde vyšroubování celého šroubu skrz sponu a jeho vypadnutí. V praxi tato situace často nastává a narušuje výrobní takt celé linky. Tato operace byla samostatně měřena a v průměru zabere operátorovi 3 sekundy. Nápravným opatřením, které především zamezí narušování výrobního taktu opakováním této operace, je úprava stávajícího přípravku tak, aby šroubování neprováděl operátor, ale automatizovaný přípravek. Pokud zde bude hlídána délka vyšroubování, nebude docházet k těmto problémům během montáže.

Vkládání šroubu a spony do přípravku zůstane nadále manuální. V této oblasti tedy nedojde ke zrychlení výroby. Operace samotného šroubování automatizovaným přípravkem bude probíhat v překryvu s jinými operacemi a tím dojde ke zrychlení výroby. Do montážního procesu je nutné přidat manuální spuštění přípravku, které uspořený výrobní čas naopak částečně sníží.

Popis	Se	Sekvence								Fr	TMU	sec			
Ručním šroubovákem vyšroubovat šroub - ustálení na šroub (návrat je samovolný)	NF	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 3	V 0	A 0	B 0	P 0	A 0	1	60	2,16
Procesní čas šroubování šroubu zinkové spony - 3s (měřeno)	R	A 0	B 0	G 0	A 0	B 0	P 0	V 0	A 0	B 0	P 0	A 0	1	0	3,00

Obrázek 40 - Šroubování zinkové spony - současný stav

Popis	Se	Sekvence								Fr	TMU	sec			
Stisknout tlačítko	R	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 0	V 0	A 0	B 0	P 0	A 0	1	30	1,08
Čas šroubování šroubu spony - 3s + vyhodit	V	A 0	B 0	G 0	A 0	B 0	P 0	V 0	A 0	B 0	P 0	A 0	1	0	Překryté

Obrázek 41 - Šroubování zinkové spony - nápravné opatření

Automatizací přichycení šroubu k zinkové sponě, které nyní trvá 2,16 sekund, a následného ručního šroubování trvající 3 sekundy bude uspořeno 5,16 sekund. Do montážního procesu je nutné zařadit sepnutí přípravku, které v případě spínání tlačítkem trvá 1,08 sekund. Výsledná časová úspora při použití tohoto nápravného opatření pro dveřní výztuhy se zinkovou sponou je 4,08 sekund, za předpokladu, že během automatizovaného šroubování bude operátor provádět jiné operace.

3.1.2 Lisování závaží

Operace lisování páky kliky se dvěma kusy protizávaží a následné odložení na odkládací prostor u dalšího pracoviště zabere operátorovi 2,32 sekund. První složku neproduktivního času trvajícího 1,6 sekund, který nastává při montáži každé výztuhy, je možné eliminovat zařazením automatizovaného přípravku. Ten bude lisovat závaží do páky kliky bez nutnosti kontroly operátora. Druhou část neproduktivního času trvajícího 0,72 sekund je možné odstranit tím, že automatizovaný přípravek vyhodí slisovanou podsestavu páky kliky a závaží na krátký dopravník. Ten přemístí podsestavu na vhodné místo dalšího stanoviště, kde ho operátor může pohodlně převzít pro následnou montáž. Tento automatizovaný přesun podsestavy je možný pouze v případě, že nebude páka kliky vstupovat do dalšího montážního procesu na prvním stanovišti. V opačném případě bude docházet pouze k automatickému vyhození podsestavy na odkládací místo pod lisem. Čas výroby se tímto nápravným opatřením zrychlí právě o 2,32 sekund, které nyní představují neproduktivní časy.

Popis	Se	Sekvence												Fr	TMU	sec										
Procesní čas lisování závaží do páky - 1,6 s (měřeno)	R	A	0	B	0	G	0	A	0	B	0	P	0	V	0	A	0	B	0	P	0	A	0	1	0	1,60
Odložit páku na odkládací prostor	V	A	0	B	0	G	0	A	1	B	0	P	1	V	0	A	0	B	0	P	0	A	0	1	20	0,72

Obrázek 42 - Lisování páky - současný stav

Popis	Se	Sekvence												Fr	TMU	sec										
Procesní čas lisování závaží do páky - 1,6 s (měřeno)	R	A	0	B	0	G	0	A	0	B	0	P	0	V	0	A	0	B	0	P	0	A	0	1	0	Překryté
Automaticky vyhodit páku	V	A	0	B	0	G	0	A	1	B	0	P	1	V	0	A	0	B	0	P	0	A	0	1	20	Překryté

Obrázek 43 - Lisování páky - nápravné opatření

3.1.3 Montáž dvojité pružiny a osičky

Dalším odhaleným slabým místem, které vyžaduje nápravné opatření, je montáž dvojité pružiny a osičky do páky kliky, která probíhá na druhém stanovišti. Během této montáže jsou kladeny vysoké nároky na zručnost operátora a hrozí zde prodlužování výrobního taktu při nesprávné a opakované montáži. Cílem nápravného opatření je především odstranění tohoto rizika. Na současné výrobní lince zabere montáž dvojité pružiny průměrně zdatnému operátorovi 3,24 sekund. Následné vložení osičky do páky kliky, kterou je nutné protáhnout skrz pružinu, trvá průměrně 4,32 sekund. Pružina musí být během této montáže přidržována, v opačném případě by došlo k jejímu vypadnutí. Celkový čas montáže těchto dvou součástí činí 7,56 sekund. V případě vypadnutí pružiny by bylo nutné celý proces opakovat, což by velice znatelně narušilo výrobní takt výrobní linky.

Popis	Se	Sekvence												Fr	TMU	sec										
Do páky kliky vložit pružinu (pro páku a pružinu se nelze samo natáhnout)	V	A	1	B	0	G	3	A	1	B	0	P	3	V	0	A	0	B	0	P	0	A	0	1	90	3,24
Do páky s pružinou vložit osičku	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	6	V	0	A	0	B	0	P	0	A	0	1	120	4,32

Obrázek 44 - Montáž dvojité pružina a osičky - současný stav

Jako nápravné opatření, pro zamezení možnosti vypadnutí pružiny během montáže, je navrženo umístit na toto stanoviště přípravek. Do něj se součásti vloží tak, aby nebylo možné jejich vypadnutí, a aby vložení součástí bylo možné jen v požadované poloze. Na operátora v tomto případě nejsou kladeny tak vysoké nároky na přesnost a vyloučí se tím kritická možnost vypadnutí pružiny během montáže osičky do páky kliky.

Do přípravku se nejprve založí páka kliky. Následně se do magnetického lože umístí pružina a jako poslední se do přípravku založí osička. Pohybem páky poté operátor zalisuje tyto součásti do sebe.

Popis	Se	Sekvence								Fr	TMU	sec
Uchopit páku a založit do zakládání	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	V 0	A 0 B 0 P 0	A 0				1	40	1,44
Založit pružinu do beranu magnetické lože	V	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	V 0	A 0 B 0 P 0	A 0				1	60	2,16
Založit osičku do zakládání	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	V 0	A 0 B 0 P 0	A 0				1	40	1,44
Sjet do dolní úvratě ručního lisu	R	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 0	V 0	A 0 B 0 P 0	A 0				1	30	1,08
Zalisovat osičku	R	A 0 B 0 G 1	A 1 B 0 P 0	V 0	A 0 B 0 P 0	A 0				1	20	0,72

Obrázek 45 - Montáž dvojité pružina a osičky - nápravné opatření

Nápravné opatření nepřinese razantní zrychlení výrobních časů, ale odstraní riziko vypadnutí pružiny během montáže. To by prodloužilo výrobní takt kvůli nutnosti opakování celé této operace. Časová náročnost pro založení součástí do přípravku a zalisování je podle analýzy Basic MOST 6,84 sekund. Časová úspora při použití tohoto nápravného opatření činí 0,72 sekund. Zrychlení se týká všech variant dveřních výztuh, které jsou na výrobní lince kompletovány.

3.2 Aplikace nápravných opatření na současný stav

Nápravná opatření byla navržena tak, aby odstranila slabá místa výrobní linky a pokud možno co nejvíce snížila výrobní čas. Nápravné opatření v podobě automatizovaného přípravku pro šroubování sníží výrobní čas o 4,08 sekund u dveřních výztuh s označením 095, 101 (Zn+brzda) a 099 (Zn). Podmínkou je, že v tomto čase bude operátor vykonávat jiné produktivní úkony.

Druhým nápravným opatřením, na prvním stanovišti, je nahrazení stávajícího ručního lisu automatizovaným. Nebude tím docházet k čekání obsluhy v průběhu lisování a odstraní se manuální vyjímání páky kliky. Zavedení tohoto nápravného opatření sníží výrobní čas o 2,32 sekund pro všechny varianty výztuh. Předpokladem je opět vykonávání jiné produktivní činnosti v průběhu samotného automatizovaného lisování.

Třetí návrh nepřináší razantní zrychlení výroby, ale dokáže zamezit riziku vypadnutí dvojité pružiny z páky kliky během montáže osičky. To by mělo za následek prodloužení výrobního taktu až o 7,56 sekund, což je doba montáže těchto tří součástí. Zařazením navrhovaného přípravku na druhé stanoviště dojde ke snížení výrobního času o 0,72 sekund pro všechny druhy dveřních výztuh.

V následující tabulce jsou uvedeny časy trvání operací na jednotlivých stanovištích současné výrobní linky po odečtení časových úspor získaných zavedením nápravných opatření.

Tabulka 11 - Časy stanovišť - Po zavedení nápravných opatření

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	ST10 [s]	ST20 [s]	ST30 [s]
Zn + brzda	095, 101	23 %	14,92	18,14	15,59
Zn	099	2 %	14,92	18,14	11,90
Plast + brzda	096, 098	70 %	11,93	11,95	14,36
Plast	097	5 %	11,93	11,95	12,10

Takt výrobní linky

Pro tyto nové časové údaje je níže vypočítán takt výrobní linky při zavedení navrhovaných nápravných opatření. Jedná se o čas výroby na stanovišti, na kterém trvá montáž nejdelší dobu. Je to tedy čas, za který se při sériové montáži může očekávat výroba jednoho kusu. Takt výrobní linky je označován jako TT.

$$TT_x = \text{MAX} (ST10_x; ST20_x; ST30_x) [s]$$

$$TT_{Zn+brzda} = \text{MAX} (14,92; 18,14; 15,59) = 18,14 \text{ s}$$

$$TT_{Zn} = \text{MAX} (14,92; 18,14; 11,90) = 18,14 \text{ s}$$

$$TT_{Plast+brzda} = \text{MAX} (11,93; 11,95; 14,36;) = 14,36 \text{ s}$$

$$TT_{Plast} = \text{MAX} (11,93; 11,95; 12,10;) = 12,10 \text{ s}$$

Vážený takt

Pro zhodnocení přínosů nápravných opatření a pro ověření jejich dostatečnosti ke splnění cílů této diplomové práce, je rozhodující výpočet váženého taktu. Pomocí něj se zohledňuje procentuální zastoupení výroby jednotlivých variant dveřních výztuh.

PV_x – Poměr výroby pro danou variantu výztuhy [–]

TT_x – Takt výrobní linky pro danou variantu výztuhy [s]

$$vTakt = \sum PV_x \cdot TT_x \text{ [s]}$$

$$vTakt = (PV_{Zn+brzda} \cdot TT_{Zn+brzda}) + (PV_{Zn} \cdot TT_{Zn}) + (PV_{Plast+brzda} \cdot TT_{Plast+brzda}) + (PV_{Plast} \cdot TT_{Plast})$$

$$vTakt = (0,23 \cdot 18,14) + (0,02 \cdot 18,14) + (0,7 \cdot 14,36) + (0,05 \cdot 12,10) = 15,19 \text{ s}$$

3.2.1 Vyhodnocení nápravných opatření

Aplikací navržených nápravných opatření na současný stav výrobní linky by bylo dosaženo snížení váženého výrobního taktu na 15,19 sekund, z původních 16,09 sekund. Toto snížení váženého taktu, který zohledňuje procentuální poměr výroby jednotlivých druhů dveřních výztuh, není dostatečné pro požadované navýšení výrobní kapacity. Pro plnění požadovaného ročního objemu výroby je nutné dosáhnout váženého taktu o maximální délce 12,5 sekund. Potřebného výrobního taktu není v tomto případě možné dosáhnout ani změnou výrobního postupu a jiným rozdělením pracovních úkonů na jednotlivých stanovištích, které by mohlo vést k vyrovnání výrobních časů všech stanovišť. V případě naprostého vybalancování časů jednotlivých stanovišť, se zavedením navržených nápravných opatření, je možné vážený takt snížit na teoretickou hodnotu 13,55 sekund, což není dostatečné. Navíc v praxi není často naprosté vybalancování stanovišť výrobní linky možné z důvodu návaznosti jednotlivých montážních úkonů, které nelze přemístit na jiné stanoviště. Důsledkem nestejných výrobních časů na jednotlivých stanovištích by došlo ke zvýšení nejnižšího možného teoretického výrobního taktu, který je již teď nevyhovující. Pro návrh nové výrobní linky, která bude splňovat požadovaný vážený takt a tím roční objem výroby, je nutné do montážního procesu začlenit dalšího operátora.

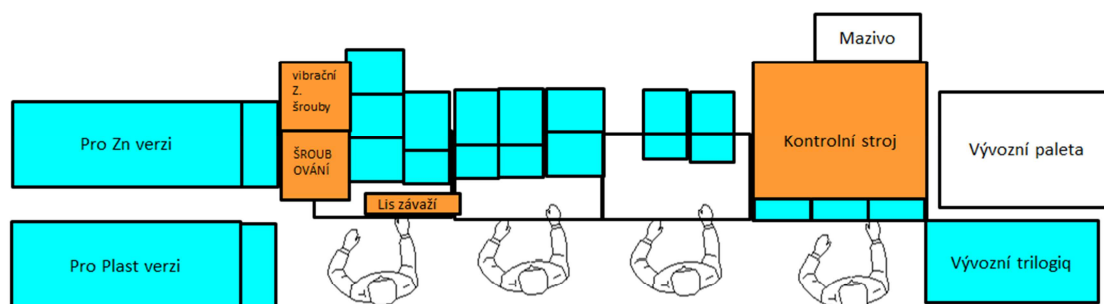
3.3 Návrh nové výrobní linky

Na základě analýzy současného stavu výrobní linky a odhalení slabých míst byla navržena nápravná opatření pro zlepšení výroby, větší pohodlí operátorů a především pro požadované zrychlení výrobního taktu, které souvisí se zvýšením kapacity výroby. Aplikování nápravných opatření na současný stav výrobní linky se třemi operátory by nebylo dostatečné pro splnění požadavků zadavatele této diplomové práce. Z toho důvodu je nutné navrhnout výrobní linku obsazenou dalším operátorem.

Všechny čtyři nové návrhy výrobní linky jsou navrženy pro montáž při obsazení čtyřmi operátory, což je to nevyhnutelné z důvodu požadavku na zvýšení výrobní kapacity. V první navrhované variantě je vytvořeno nové pracoviště mezi stanovišti ST 20 a ST 30. V dalších třech variantách je navrženo zcela nové pracoviště, které je umístěno mimo stávající výrobní linku. Na nově vzniklém stanovišti by probíhala montáž podsestav, které zpomalují výrobní takt na současné výrobní lince. Druhá varianta je navržena tak, že na externím montážním pracovišti by se kompletovaly spony, ve třetí variantě by se na novém pracovišti kompletovaly brzdy. V poslední navrhované variantě by se současné výrobní lince ulevilo od montáže páky kliky, což by převzalo nově zřízené pracoviště.

3.4 Varianta A

První navrhovaná varianta, která by mohla odstranit problémy vznikající na současné výrobní lince a tím zajistit plnění ročního objemu výroby spočívá v konstrukční úpravě stávající linky a počítá s přidáním dalšího operátora mezi stanoviště ST 20 a ST 30. Montážní postup byl pro tuto variantu upraven tak, aby byly časy montáže na jednotlivých pracovištích vyvážené a nedocházelo k tomu, že na sebe budou operátoři příliš čekat, nebo se budou naopak hromadit hotové podsestavy na jednotlivých pracovištích. Nově navržený montážní postup je uveden v Příloze č. 3. Do návrhu jsou zařazena všechna nápravná opatření popsaná v kapitole 3.1.



Obrázek 46 - Varianta A - Čtyři operátoři

3.4.1 Analýza navržené varianty A

Na základě analýzy Basic MOST pro jednotlivé varianty vyráběných dveřních výztuh byly stanoveny časy trvání jednotlivých operací. Pro přehlednost jsou uvedeny v následující tabulce. Kompletní zpracování analýz pro variantu A je uvedeno v Příloze č. 3.

Tabulka 12 - Čisté časy operátorů - Varianta A

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Op1 [s]	Op2 [s]	Op3 [s]	Op4 [s]
Zn + brzda	095, 101	23 %	11,32	10,51	11,30	10,12
Zn	099	2 %	11,32	10,51	8,71	7,60
Plast + brzda	096, 098	70 %	10,13	9,79	10,87	9,97
Plast	097	5 %	10,13	9,43	6,48	7,45

Některé časy jednotlivých operací jsou kratší, než strojní časy. Proto musí operátor v některých případech čekat na stroj. Tím se prodlužuje montážní čas na jednotlivých pracovištích. V následující tabulce jsou uvedeny celkové časy jednotlivých pracovišť, kde je zohledněno také čekání operátora na stroj, které je zvýrazněné.

Tabulka 13 - Časy stanovišť – Varianta A

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	ST10 [s]	ST20 [s]	ST30 [s]	ST40 [s]
Zn + brzda	095, 101	23 %	11,32	10,51	11,30	11,90
Zn	099	2 %	11,32	10,51	8,71	11,90
Plast + brzda	096, 098	70 %	10,13	9,79	10,87	12,10
Plast	097	5 %	10,13	9,43	6,48	12,10

Takt výrobní linky

Jedná se o čas výroby na stanovišti, na kterém trvá montáž nejdelší dobu. Je to tedy čas, za který se při sériové montáži může očekávat výroba jednoho kusu. Takt výrobní linky je označován jako TT.

$$TT_x = \text{MAX} (ST_{10_x}; ST_{20_x}; ST_{30_x}; ST_{40_x}) [s]$$

$$TT_{Zn+brzda} = \text{MAX} (11,32; 10,51; 11,30; 11,90) = 11,90 \text{ s}$$

$$TT_{Zn} = \text{MAX} (11,32; 10,51; 8,71; 11,90) = 11,90 \text{ s}$$

$$TT_{Plast+brzda} = \text{MAX} (10,13; 9,79; 10,87; 12,10) = 12,10 \text{ s}$$

$$TT_{Plast} = \text{MAX} (10,13; 9,43; 6,48; 12,10) = 12,10 \text{ s}$$

Využitelný časový fond

Pod tímto pojmem se rozumí výrobní čas, který je možné využít během jedné směny. Od čistého času směny jsou zde odečteny pouze zákonem stanovené přestávky. Ostatní neproduktivní časy, mezi které patří například úklid, změna vyráběného typu výztuhy nebo sepsání karty chyb, se ve společnosti WITTE Automotive účtují zvlášť. Proto se neprojeví ve snížení využitelného časového fondu. Čas směny jednoho operátora je 7,5 hodiny. Do času směny operátora se nezapočítává neplacená pauza na oběd, která trvá 30 minut.

$$T_o = 7,5 \text{ h} - \text{Čas směny jednoho operátora} [h]$$

$$T_p = 10 \text{ min} - \text{Čas zákonem stanovených přestávek} [min]$$

$$T_v = 60 \cdot T_o - T_p [min]$$

$$T_v = 60 \cdot T_o - T_p = 60 \cdot 7,5 - 10 = 440 \text{ min}$$

Norma výrobní linky

$$P_p = 4 \text{ pracovníci} - \text{Počet pracovníků} [-]$$

$$T_o = 7,5 \text{ h} - \text{Čas směny jednoho operátora} [h]$$

$$T_v - \text{Využitelný časový fond jedné směny} [min]$$

$$TT_x - \text{Takt výrobní linky pro danou variantu výztuhy} [s]$$

$$NORM_x = \frac{60000}{T_v \cdot 60} \cdot Pp \left[\frac{\text{min}}{1000 \text{ ks}} \right]$$
$$\frac{60000}{T_{T_x} \cdot T_o}$$

$$NORM_{Zn+brzda} = \frac{60000}{T_v \cdot 60} \cdot Pp = \frac{60000}{440 \cdot 60} \cdot 4 = 811,4 \Rightarrow 812 \text{ min}/1000 \text{ ks}$$
$$\frac{60000}{T_{T_{Zn+brzda}} \cdot T_o} \quad \frac{60000}{11,90 \cdot 7,5}$$

$$NORM_{Zn} = \frac{60000}{T_v \cdot 60} \cdot Pp = \frac{60000}{440 \cdot 60} \cdot 4 = 811,4 \Rightarrow 812 \text{ min}/1000 \text{ ks}$$
$$\frac{60000}{T_{T_{Zn}} \cdot T_o} \quad \frac{60000}{11,90 \cdot 7,5}$$

$$NORM_{Plast+brzda} = \frac{60000}{T_v \cdot 60} \cdot Pp = \frac{60000}{440 \cdot 60} \cdot 4 = 825 \text{ min}/1000 \text{ ks}$$
$$\frac{60000}{T_{T_{Plast+brzda}} \cdot T_o} \quad \frac{60000}{12,10 \cdot 7,5}$$

$$NORM_{Plast} = \frac{60000}{T_v \cdot 60} \cdot Pp = \frac{60000}{440 \cdot 60} \cdot 4 = 825 \text{ min}/1000 \text{ ks}$$
$$\frac{60000}{T_{T_{Plast}} \cdot T_o} \quad \frac{60000}{12,10 \cdot 7,5}$$

Kapacita směny

$NORM_x$ – Norma výrobní linky pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$Pp = 4$ pracovníci – Počet pracovníků [–]

$T_o = 7,5$ h – Čas směny jednoho operátora [h]

$$KAP_x = \frac{60000}{NORM_x} \cdot Pp \cdot T_o \text{ [ks]}$$

$$KAP_{Zn+brzda} = \frac{60000}{NORM_{Zn+brzda}} \cdot Pp \cdot T_o = \frac{60000}{812} \cdot 4 \cdot 7,5 = 2217 \text{ ks}$$

$$KAP_{Zn} = \frac{60000}{NORM_{Zn}} \cdot Pp \cdot T_o = \frac{60000}{812} \cdot 4 \cdot 7,5 = 2217 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast+brzda} = \frac{60000}{NORM_{Plast+brzda}} \cdot Pp \cdot T_o = \frac{60000}{825} \cdot 4 \cdot 7,5 = 2182 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast} = \frac{60000}{NORM_{Plast}} \cdot Pp \cdot T_o = \frac{60000}{825} \cdot 4 \cdot 7,5 = 2182 \text{ ks}$$

Vytížení operátorů

$Op_{x,y}$ – Čistý čas odpovídajícího operátora pro danou variantu výztuhy [s]

TT_x – Takt výrobní linky pro danou variantu výztuhy [s]

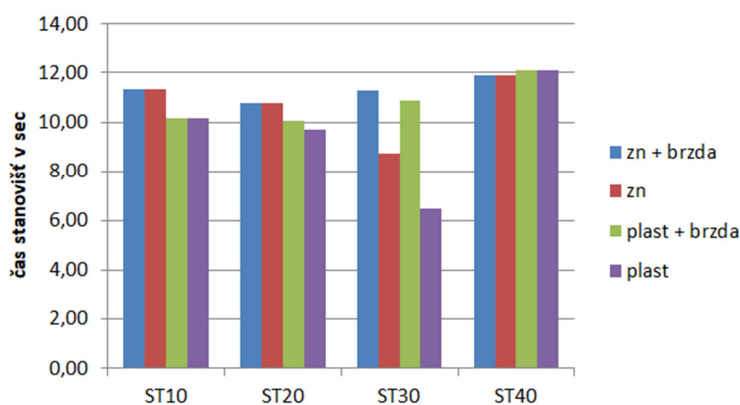
$$VYT_{Op_{x,y}} = \frac{Op_{x,y}}{TT_x} [-]$$

$$VYT_{Op1, Zn+brzda} = \frac{Op1_{Zn+brzda}}{TT_{Zn+brzda}} = \frac{11,32}{11,90} = 0,95 \Rightarrow 95 \%$$

Tabulka 14 - Vytížení operátorů - Varianta A

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Op1	Op2	Op3	Op4
Zn + brzda	095, 101	23 %	95 %	91 %	95 %	85 %
Zn	099	2 %	95 %	91 %	73 %	64 %
Plast + brzda	096, 098	70 %	84 %	84 %	90 %	82 %
Plast	097	5 %	84 %	80 %	54 %	62 %

Tt - stanovišť



Obrázek 47 - Takt jednotlivých stanovišť - Varianta A

Vážený takt

PV_x – Poměr výroby pro danou variantu výztuhy [-]

TT_x – Takt výrobní linky pro danou variantu výztuhy [s]

$$vTakt = \sum PV_x \cdot TT_x [s]$$

$$vTakt = (PV_{Zn+brzda} \cdot TT_{Zn+brzda}) + (PV_{Zn} \cdot TT_{Zn}) + (PV_{Plast+brzda} \cdot TT_{Plast+brzda}) + (PV_{Plast} \cdot TT_{Plast})$$

$$vTakt = (0,23 \cdot 11,90) + (0,02 \cdot 11,90) + (0,7 \cdot 12,10) + (0,05 \cdot 12,10) = 12,05 \text{ s}$$

Vážená norma

PV_x – Poměr výroby pro danou variantu výztuhy [–]

$NORM_x$ – Norma výrobní linky pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$$vNORM = \sum PV_x \cdot NORM_x \text{ [min/1000 ks]}$$

$$vNORM = (PV_{Zn+brzda} \cdot NORM_{Zn+brzda}) + (PV_{Zn} \cdot NORM_{Zn}) + (PV_{Plast+brzda} \cdot NORM_{Plast+brzda}) + (PV_{Plast} \cdot NORM_{Plast})$$

$$vNORM = (0,23 \cdot 812) + (0,02 \cdot 812) + (0,7 \cdot 825) + (0,05 \cdot 825) = 821,8 \text{ min/1000 ks}$$

Shrnutí výsledků

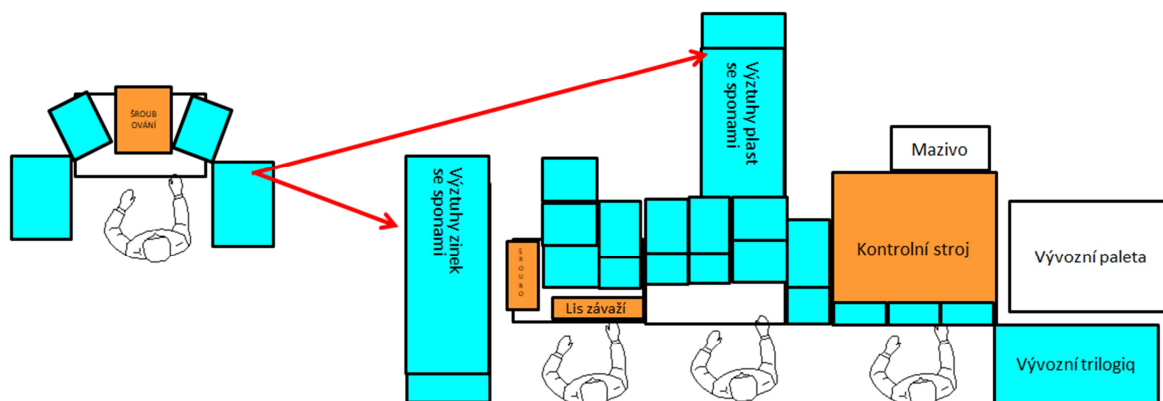
Pro přehlednost jsou v následující tabulce shrnuty výsledky výpočtů pro variantu A.

Tabulka 15 - Shrnutí výsledků - Varianta A

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Celkový takt [s]	Vážený takt [s]	Celková norma [min/1000ks]	Vážená norma [min/1000ks]	Celková kapacita směny [ks]
Zn + brzda	095, 101	23 %	11,90	12,05	812	821,8	2217
Zn	099	2 %	11,90		812		2217
Plast + brzda	096, 098	70 %	12,10		825		2182
Plast	097	5 %	12,10		825		2182

3.5 Varianta B

Druhá navrhovaná varianta, která by mohla odstranit problémy vznikající na současné výrobní lince a tím zajistit plnění ročního objemu výroby spočívá v konstrukční úpravě stávající linky. Navíc je zde přidáno externí pracoviště s dalším operátorem, na kterém bude probíhat montáž spony do výztuhy pomocí šroubu. Pro zinkovou verzi dveřních výztuh určenou pro dveře řidiče by byl, v případě vybrání této varianty, zařazen na externí stanoviště automatizovaný přípravek, do kterého by operátor vložil zinkovou sponu a šroub. Přípravek by po spuštění tlačítkem automaticky našrouboval šroub do zinkové spony a vzniklou podsestavu sám vyhodil na odkládací místo. Toto nápravné opatření je detailně popsáno v kapitole 3.1. Pro plastovou verzi určenou pro dveře bez cylindru zámku by montáž probíhala nadále manuálně. V tomto případě se šroub do výztuhy natočí pouze na jeden závit, což není tolik časově náročné a nejsou zde kladeny vysoké nároky na přesnou délku našroubování. Na první stanoviště modifikované výrobní linky by byl pro všechny varianty dveřních výztuh umístěn automatizovaný lis, který nevyžaduje kontrolu operátora během lisování. Na současné výrobní lince nemůže operátor během lisování vykonávat další činnosti, protože musí během lisování páku v přípravku držet. Na stejné pracoviště ST 10 by bylo zařazeno i třetí nápravné opatření v podobě ručního lisu pro montáž páky kliky, dvojité pružiny a osičky. Toto nápravné opatření nepřináší znatelné zrychlení výroby, ale zamezuje riziku vypadnutí pružiny během montáže, což v praxi znamená opakování celé této operace. Montážní postup byl pro tuto variantu upraven tak, aby byly časy montáže na jednotlivých pracovištích vyvážené a nedocházelo k tomu, že na sebe budou operátoři příliš čekat, nebo naopak že se budou hromadit hotové podsestavy na jednotlivých pracovištích. Nově navržený montážní postup je uveden v Příloze č. 4.



Obrázek 48 - Varianta B - Podskupina spony

3.5.1 Analýza navržené varianty B

Na základě analýzy Basic MOST pro jednotlivé varianty vyráběných dveřních výztuh byly stanoveny časy trvání jednotlivých operací. Některé časy jednotlivých operací jsou kratší, než strojní časy. Proto musí operátor v některých případech čekat na stroj. Tím se prodlužuje montážní čas na jednotlivých pracovištích. V následující tabulce jsou uvedeny celkové časy jednotlivých pracovišť, kde je zohledněno také čekání operátora na stroj, které je zvýrazněné. Kompletní zpracování analýz pro variantu B je uvedeno v Příloze č. 4.

Tabulka 16 - Časy stanovišť – Varianta B

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	ST10 [s]	ST20 [s]	ST30 [s]	PSK [s]
Zn + brzda	095, 101	23 %	12,01	13,36	13,07	10,21
Zn	099	2 %	12,01	9,36	11,90	10,21
Plast + brzda	096, 098	70 %	12,13	10,76	12,10	7,66
Plast	097	5 %	12,13	6,80	12,10	7,66

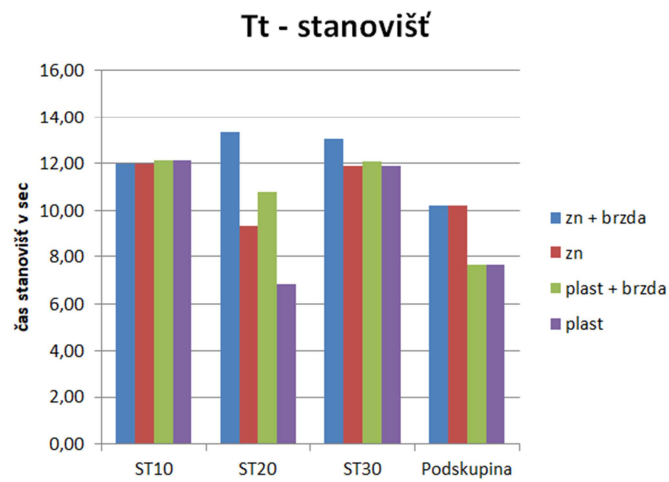
Vzhledem k podobnému postupu, jako u varianty A, jsou podrobné výpočty pro tento návrh uvedeny v Příloze č. 5. Zde jsou shrnuty pouze výsledky provedené analýzy.

Tabulka 17 - Shrnutí výsledků - Varianta B

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Celkový takt [s]	Vážený takt [s]	Celková norma [min/1000ks]	Vážená norma [min/1000ks]	Celková kapacita směny [ks]
Zn + brzda	095, 101	23 %	13,36	12,41	858	777,3	1974
Zn	099	2 %	12,01		789		2195
Plast + brzda	096, 098	70 %	12,13		752		2174
Plast	097	5 %	12,13		752		2174

Tabulka 18 - Vytížení operátorů - Varianta B

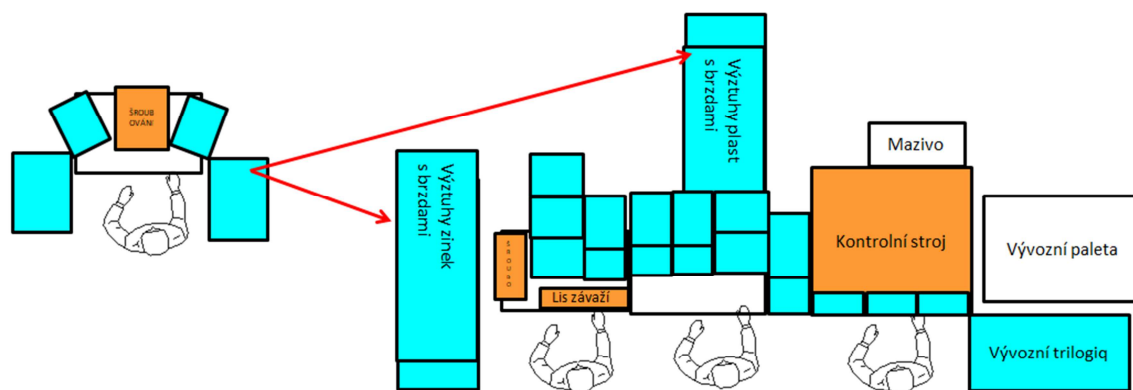
Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Op1	Op2	Op3	Op4
Zn + brzda	095, 101	23 %	90 %	100 %	98 %	76 %
Zn	099	2 %	100 %	78 %	85 %	85 %
Plast + brzda	096, 098	70 %	100 %	89 %	83 %	63 %
Plast	097	5 %	100 %	56 %	61 %	63 %



Obrázek 49- Takt jednotlivých stanovišť - Varianta B

3.6 Varianta C

Návrh třetí varianty, pro odstranění problémů vznikajících na současné výrobní lince a zajištění požadovaného plnění ročního objemu výroby, vychází z podobné koncepce, jako varianta B. Jedná se o konstrukční úpravy slabých míst současného stavu výrobní linky, mezi které patří například neproduktivní čekání operátora na dokončení šroubování a lisování. Další zásadní změnou oproti současnému stavu výrobní linky je vytvoření externího pracoviště, na kterém bude sestavována podskupina brzd. Na externím pracovišti by v případě výběru této varianty byla kompletována páka brzdy se samotnou brzdou. Tyto dvě součásti by se musely správně napolohovat a poté namontovat do výztuhy. Pro dveřní výztuhy 095 a 101 (Zinek + brzda) by byla na externím pracovišti kompletována dveřní výztuha také s vložkou, která se nasazuje na kraj výztuhy. Pro variantu dveřní výztuhy 096 a 098 (Plast + brzda) by na externím pracovišti probíhaly pouze operace spojené s montáží páky, brzdy a výztuhy. Montáž vložky by byla přesunuta na třetí stanoviště, kde by měl jinak operátor velké množství neproduktivních časů během činnosti kontrolního stroje u dříve smontované dveřní výztuhy. Důvodem nezařazení tohoto pracoviště přímo do výrobní linky je skutečnost, že u některých typů dveřních výztuh se brzda vůbec nevyskytuje. V případě montáže výztuh bez brzdy by bylo toto pracoviště prázdné a vznikaly by problémy s materiálovým tokem součástí. Dalším důvodem je, že na externím pracovišti mohou být podsestavy smontovány s předstihem a při montáži jiného typu výztuh může být operátor z externího pracoviště přemístěn jinam. Pro tuto variantu byl upraven montážní postup tak, aby byly časy jednotlivých operátorů více vyvážené a nedocházelo k čekání na součásti, nebo naopak k jejich hromadění. Nově navržený montážní postup je uveden v Příloze č. 6.



Obrázek 50 - Varianta C - Podskupina brzdy

3.6.1 Analýza navržené varianty C

Na základě analýzy Basic MOST pro jednotlivé varianty vyráběných dveřních výztuh byly stanoveny časy trvání jednotlivých operací. Některé časy jednotlivých operací jsou kratší, než strojní časy. Proto musí operátor v některých případech čekat na stroj. Tím se prodlužuje montážní čas na jednotlivých pracovištích. V následující tabulce jsou uvedeny celkové časy jednotlivých pracovišť, kde je zohledněno také čekání operátora na stroj, které je zvýrazněné. Kompletní zpracování analýz pro variantu C je uvedeno v Příloze č. 6.

Tabulka 19 - Časy stanovišť – Varianta C

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	ST10 [s]	ST20 [s]	ST30 [s]	PSK [s]
Zn + brzda	095, 101	23 %	12,33	11,27	13,07	12,34
Zn	099	2 %	12,33	13,82	13,07	0
Plast + brzda	096, 098	70 %	12,29	8,68	12,10	8,28
Plast	097	5 %	12,29	8,68	12,10	0

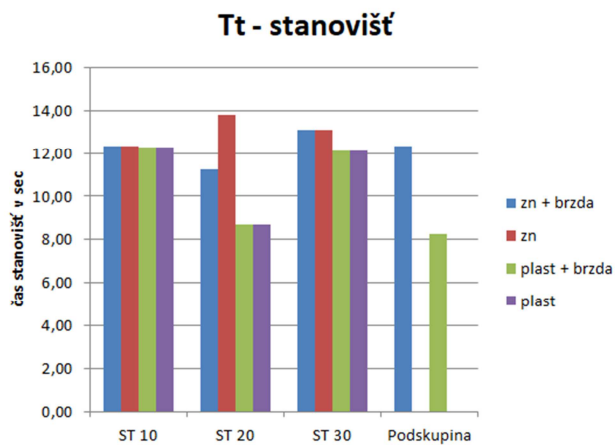
Vzhledem k podobnému postupu, jako u varianty A, jsou podrobné výpočty pro tento návrh uvedeny v Příloze č. 7. Zde jsou shrnuty pouze výsledky provedené analýzy.

Tabulka 20 - Shrnutí výsledků - Varianta C

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Celkový takt [s]	Vážený takt [s]	Celková norma [min/1000ks]	Vážená norma [min/1000ks]	Celková kapacita směny [ks]
Zn + brzda	095, 101	23 %	13,07	12,50	880	787,7	2017
Zn	099	2 %	13,82		707		1990
Plast + brzda	096, 098	70 %	12,29		771		2146
Plast	097	5 %	12,29		629		2146

Tabulka 21 - Vytížení operátorů - Varianta C

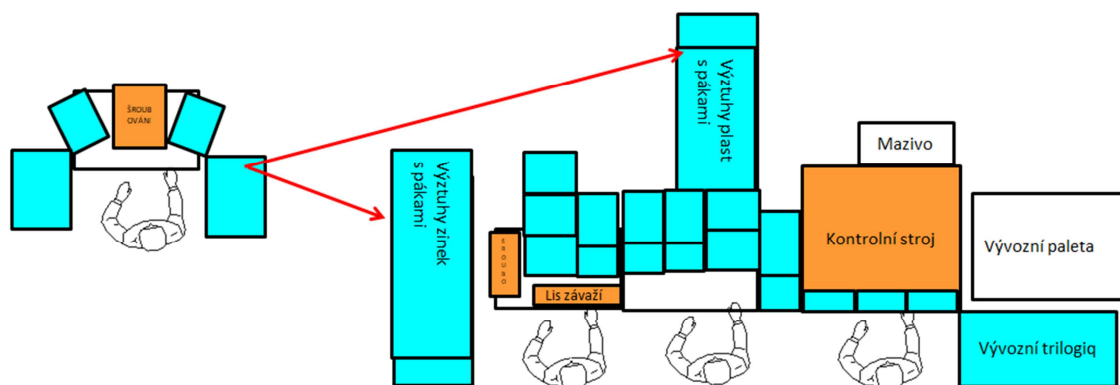
Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Op1	Op2	Op3	Op4
Zn + brzda	095, 101	23 %	94 %	86 %	100 %	94 %
Zn	099	2 %	89 %	100 %	95 %	-
Plast + brzda	096, 098	70 %	100 %	71 %	81 %	67 %
Plast	097	5 %	100 %	71 %	81 %	-



Obrázek 51- Takt jednotlivých stanovišť - Varianta C

3.7 Varianta D

Pro návrh optimalizované výrobní linky, která by dokázala odstranit problémy vznikající na současné výrobní lince, a zároveň by při realizaci návrhu bylo možné dosahovat požadovaného ročního objemu výroby, byly navrženy čtyři varianty. Čtvrtá varianta návrhu počítá stejně jako varianty B a C s modifikací stávající výrobní linky a s vytvořením nového externího pracoviště. V případě výběru této varianty by operátor na externím stanovišti kompletoval podsestavy páky kliky, které by následně vstupovaly do montážního procesu na modifikované výrobní lince se třemi operátory. Na externím pracovišti by se pomocí přípravku navrženého jako nápravné opatření lisovala závaží do páky kliky. (viz. Kapitola 3.1.) Pro různé varianty dveřních výztuh jsou používány dva druhy protizávaží, které se liší pouze v délce a hmotnosti. Druh použitého protizávaží proto nemá vliv na čas výsledné montáže. Pomocí dalšího ručního lisu, by docházelo k ustavení pružiny a páky kliky. Příprava pružiny a její založení do magnetického lože by probíhalo během automatizovaného lisování protizávaží, aby se odstranil neproduktivní čas. Na současné výrobní lince musí operátor čekat, až přípravek protizávaží zalisuje. Poté by se do páky kliky založila osa a podsestava by byla připravena k následné montáži na výrobní lince. Na ostatních pracovištích by byla také pozměněna montáž, proto byl vytvořen nový výrobní postup. U varianty dveřní výztuhy 097 (Plast bez brzdy) bylo možné vytvořit montážní postup tak, aby na pracovišti ST 20 neprobíhala žádná montáž. V tomto případě by třetí operátor mohl pracovat na externím stanovišti. Důvodem nezařazení externího pracoviště do výrobní linky je skutečnost, že na externím pracovišti je možné kompletovat větší množství podsestav, aniž by se hromadily na dalším pracovišti výrobní linky, nebo aby jejich montáž brzdila následujícího operátora. Nově navržený montážní postup je uveden v Příloze č. 8.



Obrázek 52 - Varianta D - Podskupina páky

3.7.1 Analýza navržené varianty D

Na základě analýzy Basic MOST pro jednotlivé varianty vyráběných dveřních výztuh byly stanoveny časy trvání jednotlivých operací. Některé časy jednotlivých operací jsou kratší, než strojní časy. Proto musí operátor v některých případech čekat na stroj. Tím se prodlužuje montážní čas na jednotlivých pracovištích. V následující tabulce jsou uvedeny celkové časy jednotlivých pracovišť, kde je zohledněno také čekání operátora na stroj, které je zvýrazněné. Kompletní zpracování analýz pro variantu D je uvedeno v Příloze č. 8.

Tabulka 22 - Časy stanovišť – Varianta D

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	ST10 [s]	ST20 [s]	ST30 [s]	PSK [s]
Zn + brzda	095, 101	23 %	8,91	12,67	13,10	12,20
Zn	099	2 %	8,91	11,27	11,90	12,17
Plast + brzda	096, 098	70 %	8,68	7,63	12,10	12,13
Plast	097	5 %	8,68	0	12,10	12,13

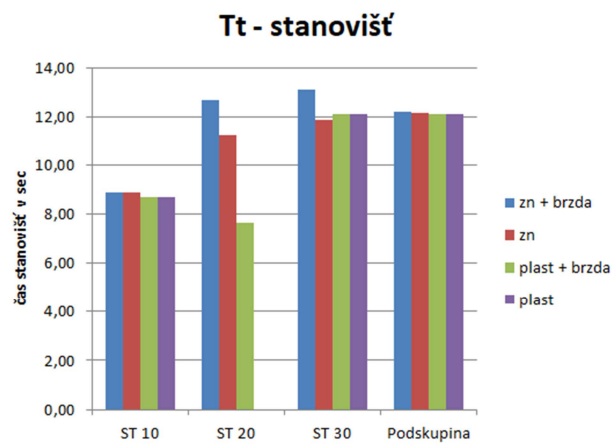
Vzhledem k podobnému postupu, jako u varianty A, jsou podrobné výpočty pro tento návrh uvedeny v Příloze č. 9. Zde jsou shrnuty pouze výsledky provedené analýzy.

Tabulka 23 - Shrnutí výsledků - Varianta D

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Celkový takt [s]	Vážený takt [s]	Celková norma [min/1000ks]	Vážená norma [min/1000ks]	Celková kapacita směny [ks]
Zn + brzda	095, 101	23 %	13,10	12,35	878	827,5	2014
Zn	099	2 %	12,17		817		2163
Plast + brzda	096, 098	70 %	12,13		826		2174
Plast	097	5 %	12,13		620		2174

Tabulka 24 - Vytížení operátorů - Varianta D

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Op1	Op2	Op3	Op4
Zn + brzda	095, 101	23 %	68 %	97 %	100 %	93 %
Zn	099	2 %	73 %	93 %	62 %	100 %
Plast + brzda	096, 098	70 %	72 %	63 %	83 %	100 %
Plast	097	5 %	72 %	-	83 %	100 %



Obrázek 53- Takt jednotlivých stanovišť - Varianta D

4 Technicko-ekonomické hodnocení

Pro splnění cílů této diplomové práce je nutné navrhnout výrobní linku s váženým výrobním taktem o maximální délce 12,5 sekund. Tento vážený takt zohledňuje procentuální zastoupení výrobního množství jednotlivých variant dveřních výztuh, které se kompletují na této výrobní lince. Návrhem nápravných opatření pro snížení výrobního taktu, zvýšení spolehlivosti výroby a komfortu operátorů bylo na současné výrobní lince dosaženo snížení výrobního taktu pouze na 15,19 sekund. V případě, že by výrobní časy na jednotlivých stanovištích současné výrobní linky, po zavedení nápravných opatření, byly naprosto shodné, dalo by se dosáhnout výrobního taktu 13,55 sekund. Ani tato teoretická hodnota není vyhovující a bylo by velice obtížné jí dosáhnout. Na jednotlivých stanovištích výrobní linky probíhá montáž součástí, které není možné z technologického hlediska přesunout na jiné stanoviště a z toho důvodu není většinou možné dosáhnout u všech naprosto stejných výrobních časů. Požadavkem společnosti WITTE Automotive je zpracovat ekonomickou část hodnocení v měně EUR. Tento požadavek je především z důvodu jednotnosti vypracované dokumentace s podklady k této diplomové práci a z důvodu vyloučení neshody vzniklé přepočtem podle aktuálního kurzu.

4.1 Plánované množství

Od počátku kalendářního roku 2019, což je požadovaný termín spuštění nové výrobní linky, je plánována výroba dalších 5 200 000 kusů dveřních výztuh. V následující tabulce je rozepsán zbývající počet kusů jednotlivých druhů výztuh podle procentuálního zastoupení jejich objemu výroby.

Tabulka 25 - Zbývající počet kusů od počátku roku 2019

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Plánované množství PM [ks]
Zn+brzda	095, 101	23 %	1 196 000
Zn	099	2 %	104 000
Plast+brzda	096, 098	70 %	3 640 000
Plast	097	5 %	260 000

4.2 Výrobní takt

Požadovaný výrobní takt není možné dosáhnout při obsazení výrobní linky třemi operátory, jako tomu bylo doposud. Z toho důvodu byl do nových návrhů výrobní linky přidán další operátor. V následující tabulce jsou uvedeny výrobní takty čtyř nových návrhů. Zvýrazněné hodnoty reprezentují vážený výrobní takt pro jednotlivé varianty. Vážený výrobní takt zohledňuje procentuální zastoupení výrobního množství jednotlivých druhů dveřních výztuh, které jsou na této výrobní lince kompletovány. Uvedené hodnoty byly vypočteny při analýze jednotlivých variant.

Tabulka 26 - Hodnocení - takt výrobní linky

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Varianta A [s]	Varianta B [s]	Varianta C [s]	Varianta D [s]
Zn+brzda	095, 101	23 %	11,90	13,36	13,07	13,10
Zn	099	2 %	11,90	12,01	13,82	12,17
Plast+brzda	096, 098	70 %	12,10	12,13	12,29	12,13
Plast	097	5 %	12,10	12,13	12,29	12,13
		Vážený takt	12,05	12,41	12,50	12,35

Všechny čtyři návrhy nové výrobní linky splňují požadavek na maximální délku výrobního taktu s hodnotou 12,5 sekund. Z tohoto hlediska se jeví varianta A jako nejlepší řešení. Analýzou varianty C byl stanoven výrobní takt přesně na hranici 12,5 sekund. Tato hodnota je ještě vyhovující, hrozí zde ale riziko, že v praxi by mohl být takt výrobní linky vyšší, než požadovaný.

4.3 Výrobní náklady

Pro hodnocení navržených variant nové výrobní linky je klíčové vypočítat výrobní náklady. Ty vycházejí z tarifní částky, která je účtována na jednoho operátora za jednu hodinu práce. Ve společnosti WITTE Automotive je stanoven tento tarif na jednoho operátora ve výši 6,5 €/hod. Dále do tohoto výpočtu vstupuje vážená norma výrobní linky, která je pro každou variantu vypočítána v kapitole 3. Vážená norma zohledňuje procentuální zastoupení výroby jednotlivých typů dveřních výztuh. Poslední proměnnou pro výpočet výrobních nákladů je plánované množství všech variant dveřních výztuh. Po zavedení výrobní linky je plánována výroba 5 200 000 kusů. Ve vzorci je vážená norma výrobní linky vydělena číslem 1 000 a 60, důvodem je přepočítání této normy, která byla doposud uváděna v jednotkách [min/1 000 ks]. Pro výpočet výrobních nákladů je nutné počítat s normou v jednotkách [hod/1 ks].

$$VN_x = \frac{VNORM_x}{1000 \cdot 60} \cdot PM \cdot TO \text{ [€]}$$

$VNORM_x$ – Vážená norma výrobní linky pro danou variantu návrhu [min/1000 ks]

PM – Celkové plánované množství [ks]

TO – Tarif operátora [€/hod]

Tabulka 27 - Hodnocení - výrobní náklady

	VNORM [min/1000 ks]	PM [ks]	TO [€/hod]	VN [€]
Varianta A	821,8	5 200 000	6,5	462 947
Varianta B	777,3	5 200 000	6,5	437 879
Varianta C	787,7	5 200 000	6,5	443 738
Varianta D	827,5	5 200 000	6,5	466 158

Po zhodnocení výrobních nákladů vztažených na operátory výrobní linky vychází nejlépe varianta B. V tomto případě by výrobní náklady činily 437 879 €. Tato částka je vypočtena při tarifu 6,5 €/hod pro jednoho operátora a pro výrobu plánovaných 5 200 000 kusů. Nejhůře vychází z tohoto hlediska varianta D, kde by byly náklady na výrobu ze všech variant nejvyšší.

4.4 Náklady na logistiku

Dalším kritériem pro technicko-ekonomické hodnocení je stanovení nákladů na logistiku, které by bylo nutné vynaložit při zvolení jedné z navržených variant. Jedná se pouze o nové náklady spojené s přepravou součástí nebo podsestav, které v současné době nejsou spojené s výrobní linkou. Tyto náklady by vznikaly při realizaci navržených variant B, C nebo D, kde se rozložení současné výrobní linky příliš nemění. Pro dosažení požadovaného výrobního taktu je zde navrženo vytvořit nové externí pracoviště, z kterého by bylo nutné přepravovat vyrobené podsestavy k výrobní lince. U varianty A jsou tyto náklady nulové, protože nedochází k žádné dodatečné přepravě.

Pro přepravu součástí odpovídajícího charakteru se ve společnosti používají plastové stohovací přepravky označované jako KLT. Počet kusů podsestav, které je možné v jedné této přepravce transportovat je uveden vždy zvlášť pro každou variantu. Přepravky jsou skládány a stohovány na paletu a následně přepravovány. Na jednu paletu je možné umístit 12 KLT přepravek.

U varianty B a C je nutné přemísťovat podsestavy s rozměrnou výztuhou. Do jedné přepravky lze uložit 40 kusů. V případě varianty D je manipulováno s méně rozměrnou podsestavou páky kliky. Do jedné přepravky se v tomto případě ukládá 100 kusů. U varianty C je nové externí pracoviště navrženo pouze pro podsestavy obsahující brzdu. Pro dveřní výztuhy bez této součásti je plánována výroba 93 % z celkového výrobního množství. Z toho důvodu jsou náklady na logistiku úměrně sníženy.



Obrázek 54 - KLT, paleta

$$LN = Výskyt \cdot \frac{PM}{PAL \cdot KLT} \cdot CD \text{ [€]}$$

Výskyt – procentuální poměr výskytu přepravovaného množství [–]

PM – Celkové plánované množství [ks]

PAL – počet přepravek (KLT) na jedné paletě [ks]

KLT – Počet přepravovaných kusů v jedné přepravce [ks]

Tabulka 28 - Hodnocení - náklady na logistiku

	Výskyt [%]	PM [ks]	PAL [ks]	KLT [ks]	CD [€/paleta]	LN [€]
Varianta A	0 %	-	-	-	-	0
Varianta B	100 %	5 200 000	12	40	3	32 500
Varianta C	93 %	5 200 000	12	40	3	30 225
Varianta D	100 %	5 200 000	12	100	3	13 000

Pro variantu A jsou náklady na logistiku nulové, není zde nutné zařadit žádný nový logistický proces. Varianta D má druhé nejnižší logistické náklady především proto, že je manipulováno s méně rozměrnými podsestavami páky kliky a je možné vložit do přepravky (KLT) více kusů oproti podsestavám výztuh, které je nutné přemísťovat u variant B a C.

4.5 Náklady na nový pracovní prostor

U třech návrhů, konkrétně u variant B, C a D, je nutné vytvořit nové pracovní místo. Jedná se o navrhované externí pracoviště, na kterém by se montovaly podsestavy, které je možné oddělit od výrobního cyklu. Montáž těchto celků v současné době prodlužuje výrobní takt. U varianty A je výrobní linka navržena tak, že stanoviště pro nového operátora je vloženo mezi stávající stanoviště ST 20 a ST 30. Prostorové dispozice současného stavu výrobní linky umožňují její prodloužení a v případě realizace této varianty nevznikají žádné nové náklady na pracovní prostor. U ostatních variant je navrženo nové externí pracoviště o ploše 5 m². Plánovaná doba výroby na nové výrobní lince je 6 let. Roční náklady na 1 m² jsou ve společnosti stanoveny na 120 €.

$$PN = RN \cdot PLÁN \cdot PLOCHA \text{ [€]}$$

RN – Roční náklady na 1 m² pracovního prostoru [€/rok/m²]

PLÁN – Plánovaná doba udržitelnosti výrobní linky [rok]

PLOCHA – Plocha potřebná pro vytvoření nového pracoviště [m²]

Tabulka 29 - Hodnocení - náklady na pracovní prostor

	RN [€/rok/m ²]	PLÁN [rok]	PLOCHA [m ²]	PN [€]
Varianta A	-	-	-	0
Varianta B	120	6	5	3 600
Varianta C	120	6	5	3 600
Varianta D	120	6	5	3 600

4.6 Náklady na přestavbu

Na základě vytvořených návrhů výrobní linky byly společností WITTE Automotive stanoveny náklady na přestavbu a pro vytvoření nových externích pracovišť. Jako podklady pro stanovení těchto nákladů byly předloženy jednotlivé návrhy variant a zpracované analýzy Basic MOST, podle kterých je možné identifikovat inovace výrobní linky a potřeba úpravy stávajícího stavu.

Tabulka 30 - Hodnocení - náklady na přestavbu

	Náklady na přestavbu [€]
Varianta A	32 200
Varianta B	46 000
Varianta C	46 000
Varianta D	46 000

U varianty A byly stanoveny nejnižší náklady na přestavbu. U této varianty není nutné vytvářet nové externí pracoviště. U zbývajících tří variant byly náklady stanoveny ve stejné výši. Použité technologie a prostorové řešení jsou u těchto variant velice podobné. Rozdílné je především rozložení montážních operací, což souvisí s rozložením materiálu, strojů a přípravků.

4.7 Celkové náklady

Součtem jednotlivých druhů nákladů, které jsou v této kapitole vypočteny pro všechny varianty, byly stanoveny celkové náklady spojené s realizací dané varianty výrobní linky. Vypočtené celkové náklady jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 31 - Hodnocení - celkové náklady

	Výrobní náklady [€]	Náklady na logistiku [€]	Náklady na prostor [€]	Náklady na přestavbu [€]	Celkem [€]
Varianta A	462 947	0	0	32 200	495 147
Varianta B	437 879	32 500	3 600	46 000	519 979
Varianta C	443 738	30 225	3 600	46 000	523 563
Varianta D	466 158	13 000	3 600	46 000	528 758

Nejnižší celkové náklady ve výši 495 147 € jsou spojeny s realizací výrobní linky, navržené jako varianta A. Ostatní návrhy výrobní linky mají znatelně vyšší náklady na provoz výrobní linky po dobu šesti let při plánované výrobní kapacitě. Důvodem je především nutnost zřízení externího montážního pracoviště, což s sebou nese vznik nových nákladů na logistiku a prostor. V případě těchto variant s externím pracovištěm jsou vyšší i náklady na přestavbu výrobní linky.

4.8 Celkové hodnocení

V předchozí kapitole jsou zhodnoceny jednotlivé návrhy výrobní linky z hlediska celkových nákladů spojených s realizací a provozem nové výrobní linky po dobu šesti let při plánovaném množství výroby. Jako nejméně nákladná byla stanovena varianta A. Ostatní varianty jsou za stejných podmínek znatelně nákladnější.

Důležité je jednotlivé varianty zhodnotit také na základě kladů a záporů, které souvisejí s možnými riziky spojenými se zavedením nové výrobní linky.

Varianta A

- **Klady:** Nejnižší vážený takt
Nejnižší náklady spojené s realizací výrobní linky
Nepřerušovaný materiálový tok
Nejdokonalejší vybalancování časů jednotlivých stanovišť
Nejméně rizikové vzhledem k přestavbě stávající výrobní linky
- **Zápory:** Nejvýraznější úprava stávající výrobní linky

Varianta B

- **Klady:** Méně zásahů do stávající výrobní linky
- **Zápory:** Vyšší prostorová náročnost externího pracoviště
Přerušovaný materiálový tok
Rizika spojená s externím pracovištěm

Varianta C

- **Klady:** Méně zásahů do stávající výrobní linky
Externí pracoviště je využíváno pro 93 % dveřních výztuh
- **Zápory:** Nejvyšší vážený takt
Riziko nesplnění požadovaného výrobního taktu
Vyšší prostorová náročnost externího pracoviště
Přerušovaný materiálový tok
Rizika spojená s externím pracovištěm

Varianta D

- **Klady:** Méně zásahů do stávající výrobní linky
Manipulace menších podsestav z externího pracoviště
- **Zápory:** Nejvyšší náklady spojené s realizací výrobní linky
Vyšší prostorová náročnost externího pracoviště
Přerušovaný materiálový tok
Rizika spojená s externím pracovištěm
Nevyužití stanoviště ST 20 pro dveřní výztuhy 097
Nejhůřší vybalancování

Stanoveným kladům a záporům jednotlivých variant návrhů výrobní linky je v následující tabulce přidělena jejich výhodnost a závažnost. Vliv kladů a záporů je ohodnocen škálou hodnot „1“ až „4“, při čemž hodnota „1“ označuje u kladů jejich nejvyšší přínos. U záporů označuje hodnota „1“ nejnižší závažnost. Vyšší hodnoty úměrně odpovídají zhoršení těchto faktorů.

Tabulka 32 - Celkové hodnocení

	Vážený takt [s]	Celkové náklady [€]	Výhodnost kladů [1-4]	Závažnost záporů [1-4]	Preference
Varianta A	12,05	495 147	1	1	1
Varianta B	12,41	519 979	3	2	2
Varianta C	12,50	523 563	4	3	3
Varianta D	12,35	528 758	4	4	4

Z hlediska výrobního taktu a celkových nákladů spojených s realizací nové výrobní linky vychází jednoznačně jako nejlepší navržená varianta A. Z hlediska kladů a záporů, které jsou spojeny s přínosy a riziky zavedení nové výrobní linky vychází také jednoznačně nejlépe varianta A. Ostatní varianty s sebou nesou další náklady na logistiku a pracovní prostor, které zvyšují celkové náklady. S externím stanovištěm jsou spojena také velká rizika s přerušným materiálovým tokem a nutností externího zásobování výrobní linky z těchto nově vytvořených pracovišť.

4.9 Porovnání vybrané varianty se současným stavem

Zvolená varianta A počítá s obsazením výrobní linky čtyřmi operátory. Vybalancováním výrobních operací na jednotlivých stanovištích a zařazením nápravných opatření bylo dosaženo snížení výrobních nákladů proti současnému stavu se třemi operátory.

Tabulka 33 - Porovnání vybrané varianty se současným stavem

	Výrobní náklady [€]	Náklady na přestavbu [€]	Celkem [€]
Varianta A	462 947	32 200	495 147
Současný stav	464 018	0	464 018
		Rozdíl	31 129

U zvolené varianty A navíc přibýly náklady na přestavbu, které se projeví v celkových nákladech na provoz výrobní linky po dobu šesti let při plánovaném množství 5 200 000 kusů. Plánovaná výroba na zvoleném návrhu výrobní linky se prodraží o 31 129 €, což je pouze část nákladů na přestavbu výrobní linky. Cílem je tyto náklady během samotné realizace co nejvíce snížit.

Závěr

V teoretické části této diplomové práce byly představeny metody měření spotřeby času práce a z nich vybrána nejvhodnější pro následné hodnocení. Důležitým předpokladem bylo vybrat metodu, pomocí které bude možné hodnotit současný stav výrobní linky a nové varianty ve fázi návrhu. Jako nejvhodnější byla vzhledem k povaze montážního procesu vybrána analýza Basic MOST, která byla podle požadavku zadavatele detailně popsána a následně aplikována. Správnost vybrané metody byla ověřena porovnáním výsledků analýzy s reálným měřením časů výrobních operací. Rozdíly časů nevykazovaly zásadní odchylky.

Na základě pozorování a zpracované analýzy Basic MOST byla stanovena slabá místa na současné výrobní lince. Pro odstranění nedostatků byla navržena nápravná opatření ke zvýšení spolehlivosti výroby, zvýšení komfortu operátora a především pro zrychlení požadovaného výrobního taktu. Zavedením nápravných opatření, na příslušná stanoviště výrobní linky, by bylo dosaženo snížení váženého taktu na délku 15,19 sekund ze současných 16,09 sekund. Pokud by došlo po zavedení nápravných opatření k naprosto dokonalému vyvážení výrobních časů na všech stanovištích, bylo by možné dosáhnout váženého výrobního taktu 13,55 sekund. Ani tato teoretická hodnota není vyhovující a v praxi by bylo velice obtížné jí dosáhnout. Z tohoto důvodu se v nových návrzích počítá s jedním operátorem navíc.

Návrh nové výrobní linky byl vytvořen ve čtyřech variantách, do kterých byla zahrnuta nápravná opatření. Jako první byla navržena úprava stávajícího stavu výrobní linky s přidáním jednoho montážního stanoviště mezi dvě existující, což nezpůsobuje žádné problémy s materiálovým tokem. Další tři jsou navrženy s externím pracovištěm, na kterém by byly montovány problematické podsestavy. Tyto varianty s sebou nesou další náklady na logistiku a na zřízení nového pracovního místa. Pro všechny varianty byly vytvořeny nové montážní postupy, které byly podrobeny analýze Basic MOST.

Technicko-ekonomickým hodnocením byly stanoveny všechny náklady, spojené s realizací návrhů jednotlivých variant a zároveň klady a zápory s tím spojené. Jako nejméně nákladná byla vybrána varianta A, která s sebou zároveň nese nejnižší rizika a přináší největší výhody. Výrobní náklady byly pro zvolenou variantu vypočteny nižší, než u současného stavu a přesto byl s rezervou splněn požadovaný výrobní takt. Realizací zvolené varianty by se výroba prodražila pouze o část nákladů na úpravu výrobní linky. Nejvhodnější návrh byl ve společnosti předložen k posouzení a realizaci.

Seznam použité literatury

- [1] ZANDIN, K., B.: MOST Work Measurement Systems, Third Edition, Marcel Dekker, New York, 2003, ISBN 0-8247-0953-5
- [2] LEHTO, M., R., LANDRY S., J.: Introduction to Human Factors and Ergonomics for Engineers. Second Edition, CRC Press, London, 2013, ISBN 978-1-4398-5394-8.
- [3] ŠTŮSEK, J.: Řízení provozu v logistických řetězcích, C.H. Beck, Praha, 2007, ISBN 978-80-7179-534-6
- [4] TOMEK, G., VÁVROVÁ, V.: Řízení výroby a nákupu, Garda, Praha, 2007, ISBN 978-80-247-1479-0
- [5] GILBERTOVÁ, S., MATOUŠEK, O.: Ergonomie: Optimalizace lidské činnosti, Garda, Praha, 2002, ISBN 80-247-0226-6
- [6] HELANDER, M.: A Guide to Human Factors and Ergonomics, Bristol, London, 1995, ISBN 0-415-28248-9
- [7] KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z.: Štíhlý a inovativní podnik, Alfa Publishing, Praha, 2006, ISBN 80-86851-38-9
- [8] BUREŠ, M.: Přednášky z předmětu Řízení a organizace práce, ZČU, Plzeň, 2011
- [9] BUREŠ, M.: Tvorba a optimalizace pracovišť, ZČU v Plzni, 2013
- [10] Průmyslové inženýrství | KVS [online]. 2018 [cit. 2018-02-16]. Dostupné z: <http://www.kvs.tul.cz/PI>
- [11] VAST - Vehicle Access Systems Technology [online]. 2017 [cit. 2017-11-22]. Dostupné z: <http://www.vastglobal.com/>
- [12] WITTE Nejdek, spol. s r.o. - WITTE Automotive [online]. 2017 [cit. 2017-11-22]. Dostupné z: www.witte-automotive.cz

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Zastoupení aliance VAST	13
Obrázek 2 - Kapotový zámek, multifunkční lišta, sedačkový zámek	14
Obrázek 3 - Sekvenční model - Obecné přemístění	26
Obrázek 4 - Basic MOST - Obecné přemístění	27
Obrázek 5 - Sekvenční model - Řízené přemístění	27
Obrázek 6 - Basic MOST - Řízené přemístění	28
Obrázek 7 - Sekvenční model - Použití nástroje	29
Obrázek 8- Basic MOST - Použití nástroje 1	30
Obrázek 9 - Basic MOST - Použití nástroje 2	32
Obrázek 10 - Výztuha - pro cylindr, pro krytku	34
Obrázek 11 - Vedení cylindru	34
Obrázek 12 - Páka kliky	34
Obrázek 13 - Závaží STD, závaží KV	35
Obrázek 14 - Osa	35
Obrázek 15 - Dvojitá pružina	36
Obrázek 16 - Spona - pro cylindr, pro krytku	36
Obrázek 17 - Šroub - pro cylindr, pro krytku	37
Obrázek 18 - Páka cylindru	37
Obrázek 19 - Pružina cylindru	38
Obrázek 20 - Brzda	38
Obrázek 21 - Páka brzdy	38
Obrázek 22 - Vložka	39
Obrázek 23 - Pozice součástí pro varianty dveřních výztuh	40
Obrázek 24 - Layout současného pracoviště	43
Obrázek 25 - Pracoviště ST 10	44
Obrázek 26 - Rozmístění materiálu ST 10	44
Obrázek 27 - Pracoviště ST 20	45
Obrázek 28 - Rozmístění materiálu ST 20	45
Obrázek 29 - Pracoviště ST 30	46
Obrázek 30 - Rozmístění materiálu ST 30	46
Obrázek 31 - Kontrolní stroj	47
Obrázek 32 - Takt jednotlivých stanovišť - Současný stav	51

Obrázek 33 - Šroubování u zinkové spony - ST 10	54
Obrázek 34 - Basic MOST - šroubování, plastová verze	55
Obrázek 35 - Basic MOST - šroubování, zinková verze.....	55
Obrázek 36 - Lisování závaží - ST 10.....	55
Obrázek 37 - Basic MOST - odložení páky	56
Obrázek 38 - Montáž dvojité pružiny a osičky - ST 20	56
Obrázek 39 - Basic MOST - montáž dvojité pružiny a osičky	57
Obrázek 40 - Šroubování zinkové spony - současný stav	59
Obrázek 41 - Šroubování zinkové spony - nápravné opatření	59
Obrázek 42 - Lisování páky - současný stav	60
Obrázek 43 - Lisování páky - nápravné opatření	60
Obrázek 44 - Montáž dvojité pružina a osičky - současný stav	60
Obrázek 45 - Montáž dvojité pružina a osičky - nápravné opatření	61
Obrázek 46 - Varianta A - Čtyři operátoři	64
Obrázek 47 - Takt jednotlivých stanovišť - Varianta A.....	68
Obrázek 48 - Varianta B - Podskupina spony	70
Obrázek 49- Takt jednotlivých stanovišť - Varianta B	72
Obrázek 50 - Varianta C - Podskupina brzdy	73
Obrázek 51- Takt jednotlivých stanovišť - Varianta C.....	75
Obrázek 52 - Varianta D - Podskupina páky.....	76
Obrázek 53- Takt jednotlivých stanovišť - Varianta D.....	78
Obrázek 54 - KLT, paleta.....	82

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Výběr analýzy podle délky trvání operace	19
Tabulka 2 - Výběr analýzy podle časové náročnosti zpracování dat	20
Tabulka 3 - Výběr analýzy podle rozsahu vzniklé dokumentace	21
Tabulka 4 - Výběr analýzy na základě porovnání kritérií.....	22
Tabulka 5 - Kusovník pro varianty dveřních výztuh.....	40
Tabulka 6 - Čisté časy operátorů - Současný stav.....	48
Tabulka 7 - Časy stanovišť – Současný stav.....	48
Tabulka 8 - Vytížení operátorů - Současný stav	51
Tabulka 9 - Shrnutí výsledků - Současný stav	52
Tabulka 10 - Porovnání časů - Basic MOST a reálné měření.....	53
Tabulka 11 - Časy stanovišť - Po zavedení nápravných opatření	62
Tabulka 12 - Čisté časy operátorů - Varianta A.....	65
Tabulka 13 - Časy stanovišť – Varianta A.....	65
Tabulka 14 - Vytížení operátorů - Varianta A	68
Tabulka 15 - Shrnutí výsledků - Varianta A	69
Tabulka 16 - Časy stanovišť – Varianta B	71
Tabulka 17 - Shrnutí výsledků - Varianta B	71
Tabulka 18 - Vytížení operátorů - Varianta B.....	72
Tabulka 19 - Časy stanovišť – Varianta C	74
Tabulka 20 - Shrnutí výsledků - Varianta C	74
Tabulka 21 - Vytížení operátorů - Varianta C.....	75
Tabulka 22 - Časy stanovišť – Varianta D.....	77
Tabulka 23 - Shrnutí výsledků - Varianta D	77
Tabulka 24 - Vytížení operátorů - Varianta D	78
Tabulka 25 - Zbývající počet kusů od počátku roku 2019.....	79
Tabulka 26 - Hodnocení - takt výrobní linky.....	80
Tabulka 27 - Hodnocení - výrobní náklady	81
Tabulka 28 - Hodnocení - náklady na logistiku	82
Tabulka 29 - Hodnocení - náklady na pracovní prostor.....	83
Tabulka 30 - Hodnocení - náklady na přestavbu.....	83
Tabulka 31 - Hodnocení - celkové náklady	84
Tabulka 32 - Celkové hodnocení	86
Tabulka 33 - Porovnání vybrané varianty se současným stavem.....	86

Seznam příloh

Příloha č. 1 - Měření času práce pro jednotlivé dveřní výztuhy

Příloha č. 2 - Basic MOST - Současný stav

Příloha č. 3 - Basic MOST - Varianta A

Příloha č. 4 - Basic MOST - Varianta B

Příloha č. 5 - Výpočty - Varianta B

Příloha č. 6 - Basic MOST - Varianta C

Příloha č. 7 - Výpočty - Varianta C

Příloha č. 8 - Basic MOST - Varianta D

Příloha č. 9 - Výpočty - Varianta D

Příloha č. 1

Měření času práce pro jednotlivé dveřní výztuhy

Datum	Zpracoval	Varianta	Sestavy	Počet operátorů
14.12.2017	Tomáš Pipek	Zn + brzda	095, 101	3

Měření	Stanoviště 1 [s]	Stanoviště 2 [s]	Stanoviště 3 [s]	Stanoviště 4 [s]	Stanoviště 5 [s]	Stanoviště 6 [s]
1	21,01	18,65	15,42			
2	21,25	18,20	15,36			
3	21,36	18,26	15,62			
4	21,32	18,48	15,59			
5	21,19	18,32	15,88			
6	20,87	18,95	15,65			
7	21,41	18,27	16,06			
8	21,29	18,97	16,12			
9	21,27	19,02	15,88			
10	21,18	19,12	15,45			
11	21,29	18,66	15,52			
12	20,93	18,72	15,87			
13	21,20	18,77	15,60			
14	21,27	18,92	15,78			
15	21,40	18,59	15,60			
16	20,98	18,26	15,88			
17	21,33	18,94	15,79			
18	21,17	19,10	15,63			
19	21,19	19,26	15,88			
20	21,33	19,04	15,47			
Průměr	21,21	18,75	15,70			

Datum	Zpracoval	Varianta	Sestavy	Počet operátorů
4.1.2018	Tomáš Pipek	Zn	099	3

KONTROLA
57200

Měření	Stanoviště 1 [s]	Stanoviště 2 [s]	Stanoviště 3 [s]	Stanoviště 4 [s]	Stanoviště 5 [s]	Stanoviště 6 [s]
1	21,29	18,79	11,91			
2	21,32	18,77	11,93			
3	21,34	18,72	11,90			
4	21,30	18,74	11,89			
5	21,27	18,82	11,89			
6	21,24	18,90	11,91			
7	21,32	18,76	11,88			
8	21,12	18,64	11,90			
9	21,28	18,77	11,92			
10	21,17	18,89	11,96			
11	21,05	18,69	11,92			
12	21,18	18,62	11,87			
13	21,22	18,74	11,83			
14	21,29	18,62	11,89			
15	21,27	18,80	11,91			
16	21,17	18,93	11,90			
17	20,97	18,84	11,93			
18	20,89	18,72	11,96			
19	21,09	18,52	11,92			
20	21,12	18,89	11,87			
Průměr	21,20	18,76	11,90			

Datum	Zpracoval	Varianta	Sestavy	Počet operátorů
29.11.2017	Tomáš Pipek	Plast + brzda	096, 098	3

Měření	Stanoviště 1 [s]	Stanoviště 2 [s]	Stanoviště 3 [s]	Stanoviště 4 [s]	Stanoviště 5 [s]	Stanoviště 6 [s]
1	14,32	12,61	14,54			
2	14,35	12,54	14,53			
3	14,02	12,42	14,39			
4	14,25	12,53	14,55			
5	14,62	12,65	14,87			
6	14,65	12,43	14,49			
7	14,61	12,18	14,29			
8	14,52	12,61	14,36			
9	14,38	12,72	14,48			
10	14,21	12,53	14,82			
11	14,18	12,55	14,91			
12	14,62	12,61	14,42			
13	14,54	12,49	14,59			
14	14,47	12,68	14,29			
15	14,41	12,62	14,79			
16	14,62	12,81	14,83			
17	14,30	12,64	14,55			
18	14,19	12,49	14,29			
19	14,78	12,51	14,72			
20	14,35	12,88	14,41			
Průměr	14,42	12,58	14,56			

Datum	Zpracoval	Varianta	Sestavy	Počet operátorů
8.11.2017	Tomáš Pipek	Plast	097	3

KONTROLNÍ
STRUJ

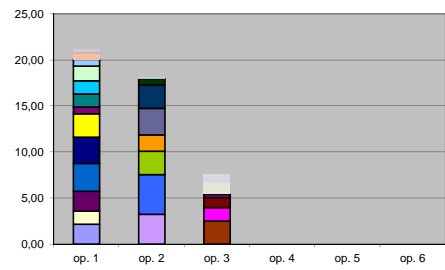
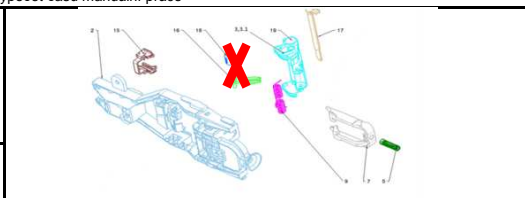
Měření	Stanoviště 1 [s]	Stanoviště 2 [s]	Stanoviště 3 [s]	Stanoviště 4 [s]	Stanoviště 5 [s]	Stanoviště 6 [s]
1	14,35	12,62	12,11			
2	14,29	12,55	12,13			
3	14,39	12,59	12,08			
4	14,28	12,48	12,02			
5	14,34	12,52	12,11			
6	14,20	12,69	12,15			
7	14,37	12,62	12,07			
8	14,82	12,54	12,11			
9	14,60	12,42	12,18			
10	14,29	12,87	12,04			
11	14,37	12,49	12,14			
12	14,52	12,35	12,16			
13	14,33	12,87	12,08			
14	14,27	12,42	12,07			
15	14,17	12,35	12,09			
16	14,38	12,41	12,10			
17	14,59	12,61	12,12			
18	14,72	12,42	12,11			
19	14,52	12,42	12,07			
20	14,81	12,41	12,09			
Průměr	14,43	12,53	12,10			

Příloha č. 2

Basic MOST - Současný stav

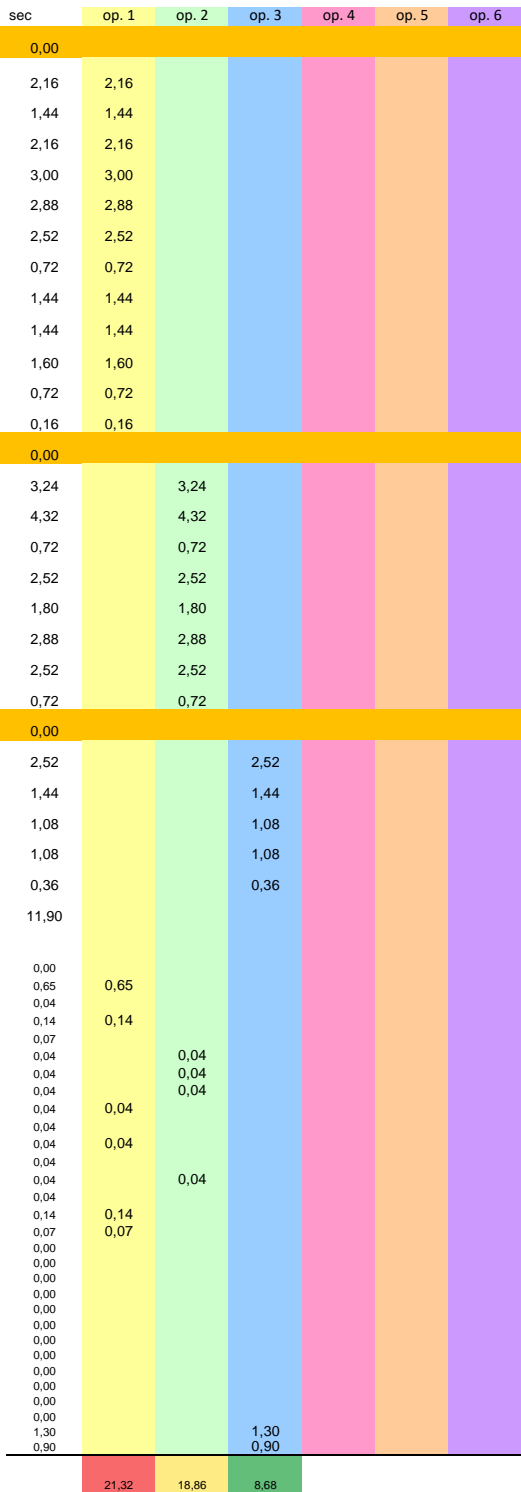
Výpočet času manuální práce

Výrobek	Název výrobku:	Volvo SPA 1 - LGB
	Č. výkresu:	varianta - zink. + STD
	Název operace:	Montáž + kontrola
	Č. pracoviště:	824501
Stroj	Č. střediska:	30102660
	Pracoviště:	824501
	Typ stroje:	Montáž + kontrola



Poznámky: *Zn* - Současný stav

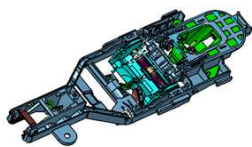
P.č.	R	Popis	Se	Sekvence	Fr	TMU				
OPERÁTOR - ST 10										
1		Vložit šroub do zakládání přípravku (spona a šroub je zaskána símo)	V	A 1 B 0 G 3 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	60				
2		Vložit zinkovou sponu do zakládání přípravku	V	A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 3 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	40				
3		Ručním šroubovákem vyšroubovat šroub - ustálení na šroub (návrh je samovolný)	NF	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 3 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	60				
4		Procesní čas šroubování šroubu zinkové spony - 3s (měřeno)	R	A 0 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	0				
5		Zinkovou sponu naklopnout do výztuhu (odebrání výztuhu je v překrytém čase šroubování)	V	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	80				
6		Nasadit vložku na konec LGB	V	A 1 B 0 G 3 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	70				
7		Odložit výztuhu k ST20	V	A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	20				
8		Vložit 2x závaží do zásobníku (vyjmutí a vložení símo)	V	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	40				
9		Vložit páku do lisovacího přípravku	V	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	40				
10		Procesní čas lisování závaží do páky - 1,6 s (měřeno)	R	A 0 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	0				
11		Odložit páku na odkládací prostor	V	A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	20				
12		Vyjmut proklad z KLT	V	A 1 B 0 G 1 A 3 B 0 P 1 A 3 0 0 0 0 0	0,1	4,5				
OPERÁTOR - ST 20										
13		Do páky klíky vložit pružinu (pro páku a pružinu se nelze símo natahnout)	V	A 1 B 0 G 3 A 1 B 0 P 3 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	90				
14		Do páky s pružinou vložit osičku	V	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 6 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	120				
15		Napoložovat ramínko osičky (kvůli následnému založení do výztuhu)	R	A 0 B 0 G 0 M 1 X 0 I 1 A 0 0 0 0 0 0	1	20				
16		Páku s pružinou vložit do výztuhu	V	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	70				
17		Zajistit osičku a odložit výztuhu na stůl	R	A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 1 V 0 A 1 B 0 P 1 A 0	1	50				
18		Na páku cylindru nasadit pružinu (získání páky a pružiny símo)	V	A 1 B 0 G 3 A 1 B 0 P 3 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	80				
19		Páku cylindru s pružinou vložit do výztuhu a zajistit	V	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	70				
20		Odložit výztuhu k ST30	V	A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	20				
OPERÁTOR - ST 30										
21		Vyjmut kus z KS a odložit do vývozního obalu	V	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 3 V 1 A 0 B 0 P 0 A 0	1	70				
22		Vložit výztuhu do KS	V	A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 3 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	40				
23		Zajistit zinkovou sponu do polohy	R	A 0 B 0 G 1 M 1 X 0 I 1 A 0 0 0 0 0 0	1	30				
24		Spustit tlačítkem KS	R	A 1 B 0 G 1 M 1 X 0 I 0 A 0 0 0 0 0 0	1	30				
25		Vložit proklad do vývozního balení	V	A 1 B 0 G 1 A 3 B 0 P 1 A 3 0 0 0 0 0	0,1	10				
26		Procesní čas kontroly sestavy + šroubování - 11,9 s	R	A 0 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	0				
Doplňování materiálu a manipulace s obaly										
pořadí	název dílu	ST	obal	ks v obalu	poznámka	TMU				
1						0,00				
2	Výztuha-Dummy	ST 10	BHDSB6427Z	40		18				
3	Šroub	ST 10	art. 250X250x13	3000		1				
4	Spona	ST 10	art. 300x200x15	90		4				
5	Spona - Dummy	ST 10	BHDSB4315Z	170		2				
6	Dvojitá pružina	ST 20	VM004328	1300		1				
7	Páka cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	500		1				
8	Pružina cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	5000		1				
9	Šroub	ST 10	art. 295x190x10	1500		1				
10	Závaží ST	ST 10	VM003147	300		1				
11	Vložka	ST 10	VM004147	500		1				
12	Páka brzdy	ST 30	BHDSB4315Z	1000		1				
13	Osa	ST 20	BHDSB4315Z	700		1				
14	Brzda	ST 30	art. 257x157x26	2500		1				
15	Páka klíky	ST 10	BHDSB4322Z	100		4				
16	Závaží kv	ST 10	VM003147	200		2				
17						0,00				
18						0,00				
19						0,00				
20						0,00				
21						0,00				
22						0,00				
23						0,00				
24						0,00				
25						0,00				
26						0,00				
27						0,00				
x	příprava vývozních obalů					0,00				
	výměna vývozního obalu, etiketa, skenování		EMB 780 - 16 ks v obalu - etiketa + proklad + skenování			36				
	uložení vývozní obal na paletu (operátor / MR)					25				
STROJNÍ ČASY										
ST	POPIS	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	POČET WT: 6 ks
10_1	Šroubování zinkové spony	4.1.18	3,00							
10_2	Lisování závaží do páky	4.1.18	1,60							
30_1	Kontrola pufferu + vložky	4.1.18	4,31							
30_2		4.1.18								
30_3	Kontrola + šroubování	4.1.18	11,90							
30_4	Mazání	4.1.18	8,76							
30_5	Značení	4.1.18	6,23							
Celková spotřeba času:							0,81	48,86	1358,36	
							minut	sekund	TMU	





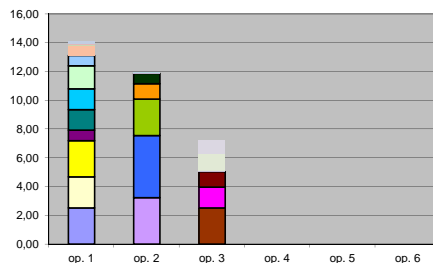
Výpočet času manuální práce

Název výrobku: Volvo SPA 1 - LGB
Č. výkresu: varianta - plast + brzda + STD/KV
Název operace: Montáž + kontrola
Č. pracoviště: 824501
Č. střediska: 30102660

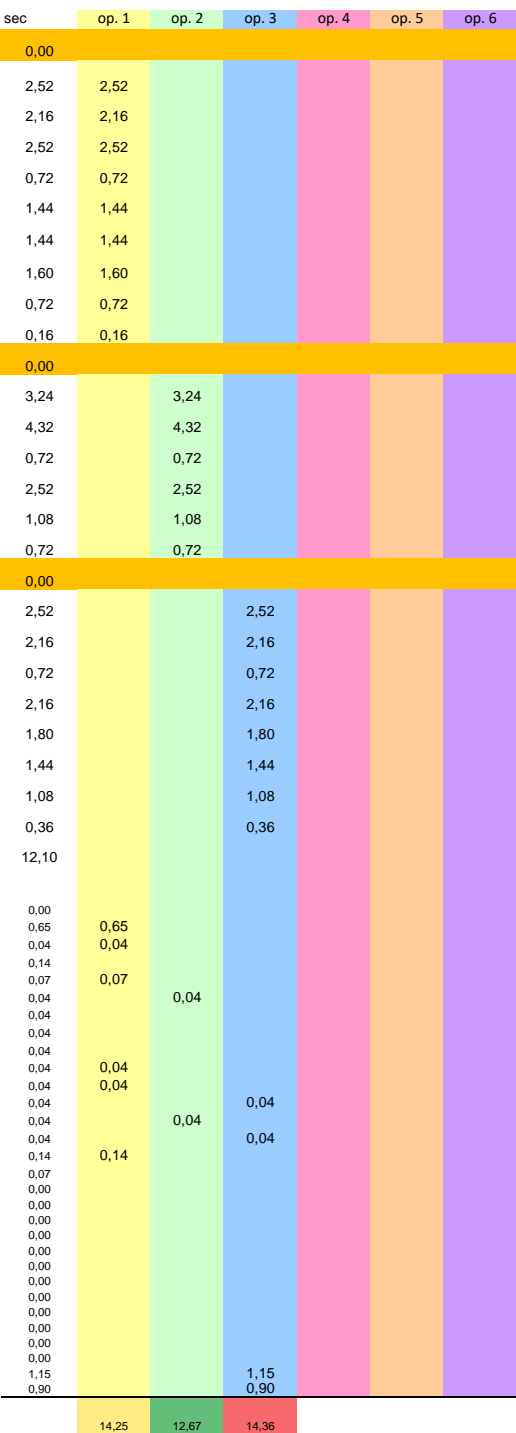


Pracoviště: 824501
Typ stroje: Montáž + kontrola

Poznámky: "Plast+brzda" - Současný stav



P.č.	R	Popis	Se	Sekvence	Fr	TMU						
OPERÁTOR - ST 10												
1		Natočit šroub do plastové spony (natočení 1 závitů)	NF	A 1 B 0 G 3 A 1 B 0 P 1 F 1 A 0 B 0 P 0 A 0	1	70						
2		Plastovou sponu polohovaně vložit do plastové výztuhy	V	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 3 A 0 0 0 0 0 0	1	60						
3		Nasadit vložku na konec LGB	V	A 1 B 0 G 3 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	70						
4		Odložit výztuhu k ST20	V	A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	20						
5		Vložit 2x závaží do zásobníku (vyjmutí a vložení símo)	V	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	40						
6		Vložit páku do lisovacího přípravku	V	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	40						
7		Procesní čas lisování závaží do páky - 1,6 s (měřeno)	R	A 0 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	0						
8		Odložit páku na odkládací prostor	V	A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	20						
9		Vyjmut proklad z KLT	V	A 1 B 0 G 1 A 3 B 0 P 1 A 3 0 0 0 0 0	0,1	4,5						
OPERÁTOR - ST 20												
10		Do páky kliky vložit pružinu (pro páku a pružinu se nezávisle natáhnout)	V	A 1 B 0 G 3 A 1 B 0 P 3 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	90						
11		Do páky s pružinou vložit osičku	V	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 6 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	120						
12		Napoložovat ramínko osičky (kvůli následnému založení do výztuhy)	R	A 0 B 0 G 0 M 1 X 0 I 1 A 0 0 0 0 0 0	1	20						
13		Páku s pružinou vložit do výztuhy	V	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	70						
14		Zajistit osičku	R	A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	30						
15		Odložit výztuhu k ST30	V	A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	20						
OPERÁTOR - ST 30												
16		Vyjmut kus z KS a odložit do vývozního obalu	V	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 3 V 1 A 0 B 0 P 0 A 0	1	70						
17		Na brzdu nasadit páku brzdy (získání brzdy a páky símo)	V	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 3 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	60						
18		Páku brzdy otočit do polohy	R	A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	20						
19		Získat výztuhu z odkládacího místa a páku s brzdou nasadit na pin a napoložovat	V	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 3 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	60						
20		Otočit páku s brzdou do polohy	R	A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	50						
21		Vložit výztuhu do KS	V	A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 3 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	40						
22		Spustit tlačítkem KS	R	A 1 B 0 G 1 M 1 X 0 I 0 A 0 0 0 0 0 0	1	30						
23		Vložit proklad do vývozního balení	V	A 1 B 0 G 1 A 3 B 0 P 1 A 3 0 0 0 0 0	0,1	10						
24		Procesní čas kontroly sestavy + šroubování - 12,1 s	R	A 0 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 V 0 A 0 B 0 P 0 A 0	1	0						
Doplňování materiálu a manipulace s obaly												
pořadí	název dílu	ST	obal	ks v obalu	poznámka	TMU						
1						0,00						
2	Výztuha-Dummy	ST 10	BHDSB6427Z	40		18						
3	Šroub	ST 10	art. 250x250x13	3000		1						
4	Spona	ST 10	art. 300x200x15	90		4						
5	Spona - Dummy	ST 10	BHDSB4315Z	170		2						
6	Dvojitá pružina	ST 20	VM004328	1300		1						
7	Páka cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	500		1						
8	Pružina cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	5000		1						
9	Šroub	ST 10	art. 295x190x10	1500		1						
10	Závaží ST	ST 10	VM003147	300		1						
11	Vložka	ST 10	VM004147	500		1						
12	Páka brzdy	ST 30	BHDSB4315Z	1000		1						
13	Osa	ST 20	BHDSB4315Z	700		1						
14	Brzda	ST 30	art. 257x157x26	2500		1						
15	Páka kliky	ST 10	BHDSB4322Z	100		4						
16	Závaží kv	ST 10	VM003147	200		2						
17						0,00						
18						0,00						
19						0,00						
20						0,00						
21						0,00						
22						0,00						
23						0,00						
24						0,00						
25						0,00						
26						0,00						
27						0,00						
x	příprava vývozních obalů					0,00						
	výměna vývozního obalu, etiketa, skenování			EMB 780 - 18 ks v obalu - etiketa + proklad + skenování		32						
	uložit vývozní obal na paletu (operátor / MR)			uložení obalu na PLT		25						
STROJNÍ ČASY												
ST	POPIS	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	
10_1	Šroubování zinkové spony	4.1.18	3,00									
10_2	Lisování závaží do páky	4.1.18	1,60									
30_1	Kontrola pufferu + vložky	4.1.18	4,31									
30_2		4.1.18										
30_3	Kontrola + šroubování	4.1.18	12,10									
30_4	Mazání	4.1.18	8,76									
30_5	Značení	4.1.18	6,23									
Celková spotřeba času:										0,69	41,29	1147,86
										minut	sekund	TMU

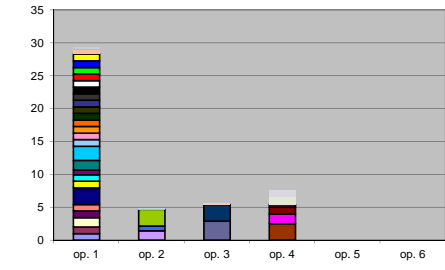
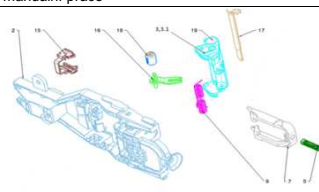


Příloha č. 3

Basic MOST - Varianta A

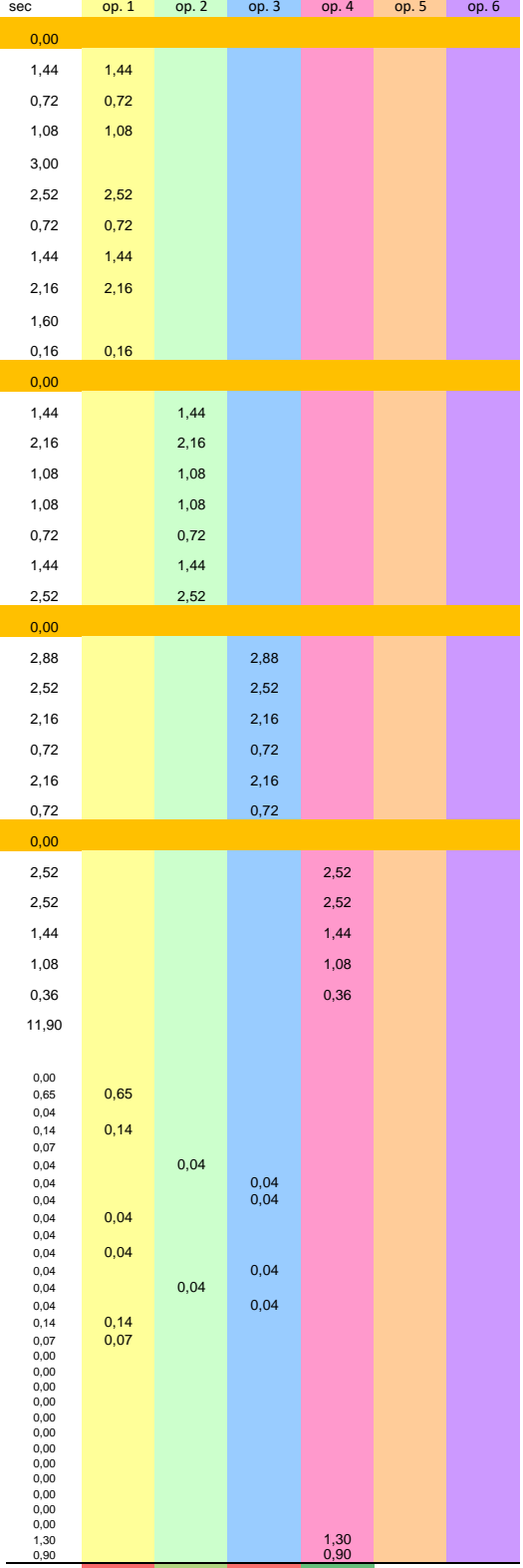
Výpočet času manuální práce

Výrobek	Název výrobku:	Volvo SPA 1 - LGB
	Č. výkresu:	varianta - zink. + brzda + KV/STD
	Název operace:	Montáž + kontrola
	Č. pracoviště:	824501
Stroj	Pracoviště:	VARIANTA A
	Typ stroje:	Montáž + kontrola



Poznámky: *Zn+brzda* - Varianta A

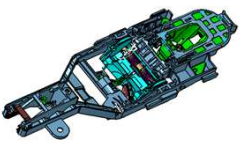
P.č.	R	Popis	Se	Sekvence								Fr	TMU		
OPERÁTOR - ST 10													0,00		
1		Vložit zinkovou sponu do zakládání přípravku	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	40
2		Vložit šroub do zakládání přípravku + uchop SIMO se sponou	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
3		tlačítko/šuplík	R	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	30
4		Čas šroubování šroubu spony - 3s + vyhodit	V	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
5		Zinkovou sponu naklínout do výztuhy	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	70
6		Odložit výztuhu k ST20	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
7		Vložit 2x závaží do zásobníku (vyjmutí a vložení símo)	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	40
8		Vložit páku do lisovacího přípravku	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	60
9		Procesní čas lisování závaží do páky - 1,6 s (měřeno)	V	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
10		Vyjmut proklad z KLT	V	A 1 B 0 G 1	A 3 B 0 P 1	A 3	0	0	0	0	0	0	0	0,1	4,5
OPERÁTOR - ST 20													0,00		
11		Uchopit páku a založit do zakládání	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	40
12		Založit pružinu do beranu magnetické lože	V	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	60
13		Založit osičku do zakládání	V	A 0 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	30
14		Sjet do dolní úvratě ručního lisu	R	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	30
15		Zalisovat osičku	R	A 0 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
16		Odložit páku k ST30	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	40
17		Páku s pružinou vložit do výztuhy	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	70
OPERÁTOR - ST 30													0,00		
18		Na páku cylindru nasadit pružinu (získání páky a pružiny símo)	V	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	80
19		Páku cylindru s pružinou vložit do výztuhy a zajistit	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	70
20		Na brzdu nasadit páku brzdy a otočit do polohy (získání brzdy a páky símo)	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	60
21		polohovat brzdu s pákou	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
22		Získat výztuhu z odkládacího místa a páku s brzdou nasadit na pin a naplohotovat	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	60
23		Odložit výztuhu k ST30	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
OPERÁTOR - ST 40 KS													0,00		
24		Nasadit vložku na konec LGB	V	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	70
25		Vyjmut kus z KS a odložit do vývozního obalu	V	A 1 B 0 G 0	A 1 B 0 P 3	A 1	0	0	0	0	0	0	0	1	70
26		Vložit výztuhu do KS	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	40
27		Spustit tlačítkem KS	R	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	30
28		Vložit proklad do vývozního balení	V	c 1 B 0 G 1	A 3 B 0 P 1	A 3	0	0	0	0	0	0	0	0,1	10
29		Procesní čas kontroly sestavy + šroubování - 11,9	V	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

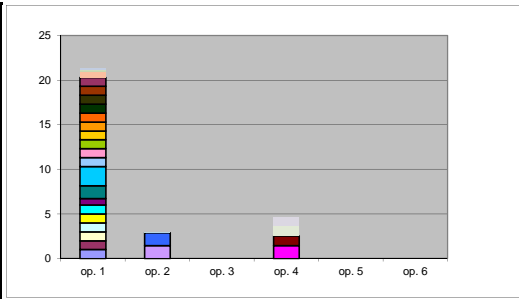


pořadí	název dílu	ST	obal	ks v obalu	poznámka	TMU
1						0,00
2	Výztuha-Dummy	ST 10	BHDSB6427Z	40		18
3	Šroub	ST 10	art. 250X250x13	3000		0,65
4	Spona	ST 10	art. 300x200x15	90		1
5	Spona - Dummy	ST 10	BHDSB4315Z	170		0,14
6	Dvojitá pružina	ST 20	VM004328	1300		4
7	Páka cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	500		0,07
8	Pružina cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	5000		1
9	Šroub	ST 10	art. 295x190x10	1500		0,04
10	Závaží ST	ST 10	VM003147	300		1
11	Vložka	ST 10	VM004147	500		0,04
12	Páka brzdy	ST 30	BHDSB4315Z	1000		1
13	Osa	ST 20	BHDSB4315Z	700		0,04
14	Brzda	ST 30	art. 257x157x26	2500		1
15	Páka klíky	ST 10	BHDSB4322Z	100		0,04
16	Závaží KV	ST 10	VM003147	200		4
17						0,14
18						0,07
19						0,00
20						0,00
21						0,00
22						0,00
23						0,00
24						0,00
25						0,00
26						0,00
27						0,00
x	připrava vývozních obalů					0,00
	výměna vývozního obalu, etiketa, skenování			EMB 780 - 16 ks v obalu - etiketa + proklad + skenování		36
	uložit vývozní obal na paletu (operátor / MR)			uložení obalu na PLT		25

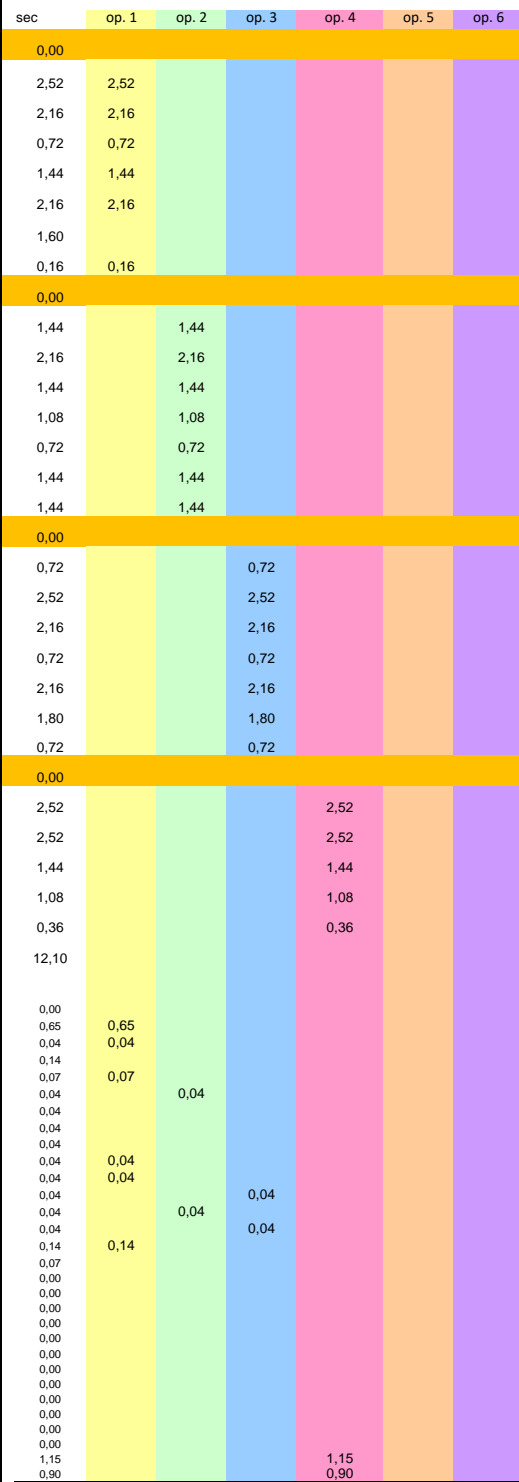
STROJNÍ ČASY								POČET WT: 6 ks	
ST	POPIS	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.
10.1	Šroubování zinkové spony	4.1.18	3,00						
10.2	Lisování závaží do páky	4.1.18	1,60						
30.1	Kontrola pufferu + vložky	4.1.18	4,31						
30.2	Kontrola brzdy	4.1.18	3,13						
30.3	Kontrola + šroubování	4.1.18	11,90						
30.4	Mazání	4.1.18	8,76						
30.5	Značení	4.1.18	6,23						

Celková spotřeba času:			0,72	43,25	1202,46
	minut	sekund	TMU		

Výrobek	Název výrobku: Volvo SPA 1 - LGB	
	Č. výkresu: varianta - plast + brzda + STD/KV	
	Název operace: Montáž + kontrola	
	Č. pracoviště: 824501	
Stroj	Č. střediska: 30102660	VARIANTA A
	Pracoviště: VARIANTA A	
Poznámky: "Plast+brzda" - Varianta A		



P.č.	R	Popis	Se	Sekvence						Fr	TMU
OPERÁTOR - ST 10											
1	NF	Natočit šroub do plastové spony (natočení 1 závitů)	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	F 1	A 0 B 0 P 0	A 0				70
2	V	Plastovou sponu polohovaně vložit do plastové výztuhy	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0 0 0 0	0				60
3	V	Odlóžit výztuhu k ST20	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0				20
4	V	Vložit 2x závaží do zásobníku (vyjmutí a vložení símo)	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0				40
5	V	Vložit páku do lisovacího přípravku	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0 0 0 0	0				60
6	V	Procesní čas lisování závaží do páky - 1,0 s (měřeno)	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	A 0	0 0 0 0	0				0
7	V	Vyjmut proklad z KLT	A 1 B 0 G 1	A 3 B 0 P 1	A 3	0 0 0 0	0				0,1
OPERÁTOR - ST 20											
8	V	Uchopit páku a založit do zakládání	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0				40
9	V	Založit pružinu do beranu magnetické lože	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0				60
10	V	Založit osičku do zakládání	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0				40
11	R	Sjet do dolní úvratě ručního lisu	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0 0 0 0	0				30
12	R	Zalisovat osičku	A 0 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0 0 0 0	0				20
13	V	Odlóžit páku k ST30	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0				40
14	V	Odlóžit výztuhu k ST30	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0				40
OPERÁTOR - ST 30 KS											
15	R	Naplohotvat ramínko osičky (kvůli následnému založení do výztuhy)	A 0 B 0 G 0	M 1 X 0 I 1	A 0	0 0 0 0	0				20
16	V	Páku s pružinou vložit do výztuhy	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0				70
17	V	Na brzdu nasadit páku brzdy a otočit do polohy (získání brzdy a páky símo)	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0 0 0 0	0				60
18	V	polohovat brzdu s pákou	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0				20
19	V	Získat výztuhu z odkládacího místa a páku s brzdou nasadit na pin a naplohotvat	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0 0 0 0	0				60
20	V	Otočit páku s brzdou do polohy	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0				50
21	V	Odlóžit výztuhu k ST30	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0				20
OPERÁTOR - ST 40 KS											
22	V	Vyjmut kus z KS a odlóžit do vývozního obalu	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 1	0 0 0 0	0				70
23	V	Nasadit vložku na konec LGB	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0				70
24	V	Vložit výztuhu do KS	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 3	A 0	0 0 0 0	0				40
25	R	Spustit tlačítkem KS	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0 0 0 0	0				30
26	V	Vložit proklad do vývozního balení	A 1 B 0 G 1	A 3 B 0 P 1	A 3	0 0 0 0	0				0,1
27	V	Procesní čas kontroly sestavy + šroubování - 12,1 s	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	A 0	0 0 0 0	0				0

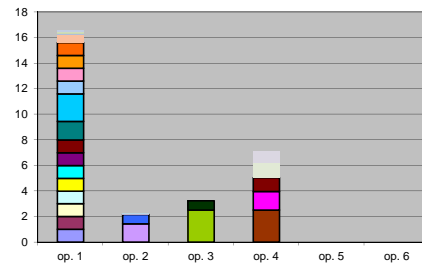
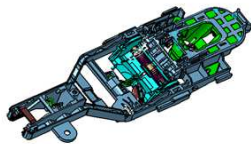


Doplňování materiálů a manipulace s obaly						
pořadí	název dílu	ST	obal	ks v obalu	poznámka	TMU
1						0,00
2	Výztuha-Dummy	ST 10	BHDSB6427Z	40		18
3	Šroub	ST 10	art. 250X250x13	3000		1
4	Spona	ST 10	art. 300x200x15	90		4
5	Spona - Dummy	ST 10	BHDSB4315Z	170		2
6	Dvojitá pružina	ST 20	VM004328	1300		1
7	Páka cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	500		1
8	Pružina cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	5000		1
9	Šroub	ST 10	art. 295x190x10	1500		1
10	Závaží ST	ST 10	VM003147	300		1
11	Vložka	ST 10	VM004147	500		1
12	Páka brzdy	ST 30	BHDSB4315Z	1000		1
13	Osa	ST 20	BHDSB4315Z	700		1
14	Brzda	ST 30	art. 257x157x26	2500		1
15	Páka kilky	ST 10	BHDSB4322Z	100		4
16	Závaží KV	ST 10	VM003147	200		2
17						0,07
18						0,00
19						0,00
20						0,00
21						0,00
22						0,00
23						0,00
24						0,00
25						0,00
26						0,00
27						0,00
x	příprava vývozních obalů					0,00
	výměna vývozního obalu, etiketa, skenování				EMB 780 - 18 ks v obalu - etiketa + proklad + skenování	32
	uložení vývozního obalu na paletu (operátor / MR)				uložení obalu na PLT	25

STROJNÍ ČASY										POČET WT: 6 KS	
ST	POPIS	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.
10.1	Šroubování zinkové spony	4.1.18	3,00								
10.2	Lisování závaží do páky	4.1.18	1,80								
30.1	Kontrola pufleru + vložky	4.1.18	4,31								
30.2											
30.3	Kontrola + šroubování	4.1.18	12,10								
30.4	Mazání	4.1.18	8,76								
30.5	Značení	4.1.18	6,23								
Celková spotřeba času:										0,68	40,77
										minut	sekund
										1133,41	TMU

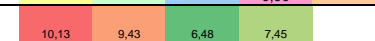
Výpočet času manuální práce

Výrobek	Název výrobku:	Volvo SPA 1 - LGB
	Č. výkresu:	varianta - plast + STD
	Název operace:	Montáž + kontrola
	Č. pracoviště:	824501
Stroj	Č. střediska:	30102660
	Pracoviště:	VARIANTA A
	Typ stroje:	Montáž + kontrola



Poznámky: "Plast" - Varianta A

P.č.	R	Popis	Se	Sekvence						Fr	TMU					
OPERÁTOR - ST 10																
1		Natožit šroub do plastové spony (natočení 1 závitů)	NF	A 1	B 0	G 3	A 1	B 0	P 1	F 1	A 0	B 0	P 0	A 0	1	70
2		Plastovou sponu polohovaně vložit do plastové výztuhy	V	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 3	A 0	0	0	0	0	1	60
3		Odloužit výztuhu na další pracoviště	V	A 0	B 0	G 0	A 1	B 0	P 1	A 0	0	0	0	0	1	20
4		Vložit 2x závaží do zásobníku (vyjmout a vlození símo)	V	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 0	0	0	0	0	1	40
5		Vložit páku do lisovacího přípravku	V	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 3	A 0	0	0	0	0	1	60
6		Procesní čas lisování závaží do páky - 1,6 s (měřeno)	V	A 0	B 0	G 0	A 0	B 0	P 0	A 0	0	0	0	0	1	0
7		Vyjmout proklad z KLT	V	A 1	B 0	G 1	A 3	B 0	P 1	A 3	0	0	0	0	0,1	4,5
OPERÁTOR - ST 20																
8		Uchopit páku a založit do zakládání	V	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 0	0	0	0	0	1	40
9		Založit pružinu do beranu magnetické lože	V	A 1	B 0	G 3	A 1	B 0	P 1	A 0	0	0	0	0	1	60
10		Založit osičku do zakládání	V	A 0	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 0	0	0	0	0	1	30
11		Sjet do dolní úvratě ručního lisu	R	A 1	B 0	G 1	M 1	X 0	I 0	A 0	0	0	0	0	1	30
12		Zalisovat osičku	R	A 0	B 0	G 1	M 1	X 0	I 0	A 0	0	0	0	0	1	20
13		Odloužit páku k ST30	V	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 0	0	0	0	0	1	40
14		Odloužit výztuhu k ST30	V	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 0	0	0	0	0	1	40
OPERÁTOR - ST 30																
15		Napoložovat ramínko osičky (kvůli následnému založení do výztuhy)	R	A 0	B 0	G 0	M 1	X 0	I 1	A 0	0	0	0	0	1	20
16		Páku s pružinou vložit do výztuhy	V	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 0	0	0	0	0	1	70
17		Odloužit výztuhu k ST30	V	A 0	B 0	G 0	A 1	B 0	P 1	A 0	0	0	0	0	1	20
18		Nasadit vložku na konec LGB	V	A 1	B 0	G 3	A 1	B 0	P 1	A 0	0	0	0	0	1	70
OPERÁTOR - ST 40 KS																
19		Vyjmout kus z KS a odložit do vývozního obalu	V	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 3	A 1	0	0	0	0	1	70
20		Vložit výztuhu do KS	V	A 0	B 0	G 0	A 1	B 0	P 3	A 0	0	0	0	0	1	40
21		Spustit tlačítkem KS	R	A 1	B 0	G 1	M 1	X 0	I 0	A 0	0	0	0	0	1	30
22		Vložit proklad do vývozního balení	V	A 1	B 0	G 1	A 3	B 0	P 1	A 3	0	0	0	0	0,1	10
23		Procesní čas kontroly sestavy + šroubování - 12,1	V	A 0	B 0	G 0	A 0	B 0	P 0	A 0	0	0	0	0	1	0
Doplňování materiálu a manipulace s obaly																
pořadí	název dílu	ST	obal	ks v obalu	poznámka	TMU										
1						0,00										
2	Výztuha-Dummy	ST 10	BHDSB6427Z	40		18										
3	Šroub	ST 10	art. 250x250x13	3000		1										
4	Spona	ST 10	art. 300x200x15	90		4										
5	Spona - Dummy	ST 10	BHDSB4315Z	170		2										
6	Dvojitá pružina	ST 20	VM004328	1300		1										
7	Páka cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	500		1										
8	Pružina cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	5000		1										
9	Šroub	ST 10	art. 295x190x10	1500		1										
10	Závaží ST	ST 10	VM003147	300		1										
11	Vložka	ST 10	VM004147	500		1										
12	Páka brzd	ST 30	BHDSB4315Z	1000		1										
13	Osa	ST 20	BHDSB4315Z	700		1										
14	Brzda	ST 30	art. 257x157x26	2500		1										
15	Páka kliky	ST 10	BHDSB4322Z	100		4										
16	Závaží kv	ST 10	VM003147	200		2										
17						0,00										
18						0,00										
19						0,00										
20						0,00										
21						0,00										
22						0,00										
23						0,00										
24						0,00										
25						0,00										
26						0,00										
27						0,00										
x	příprava vývozních obalů					0,00										
	výměna vývozního obalu, etiketa, skenování			EMB 780 - 18 ks v obalu - etiketa + proklad + skenování		32										
	uložení obalu na PLT					25										
STROJNÍ ČASY						POČET WT: 6										
ST	POPIS	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.							
10_1	Šroubování zinkové spony	4.1.18	3,00													
10_2	Lisování závaží do páky	4.1.18	1,60													
30_1	Kontrola pufferu + vložky	4.1.18	4,31													
30_2																
30_3	Kontrola + šroubování	4.1.18	12,10													
30_4	Mazání	4.1.18	8,76													
30_5	Značení	4.1.18	6,23													
Celková spotřeba času:						0,56	33,50	931,24								
						minut	sekund	TMU								

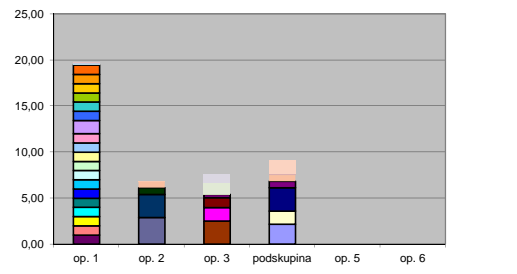
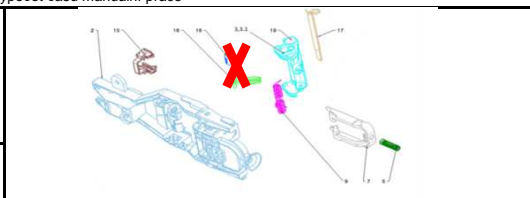


Příloha č. 4

Basic MOST - Varianta B

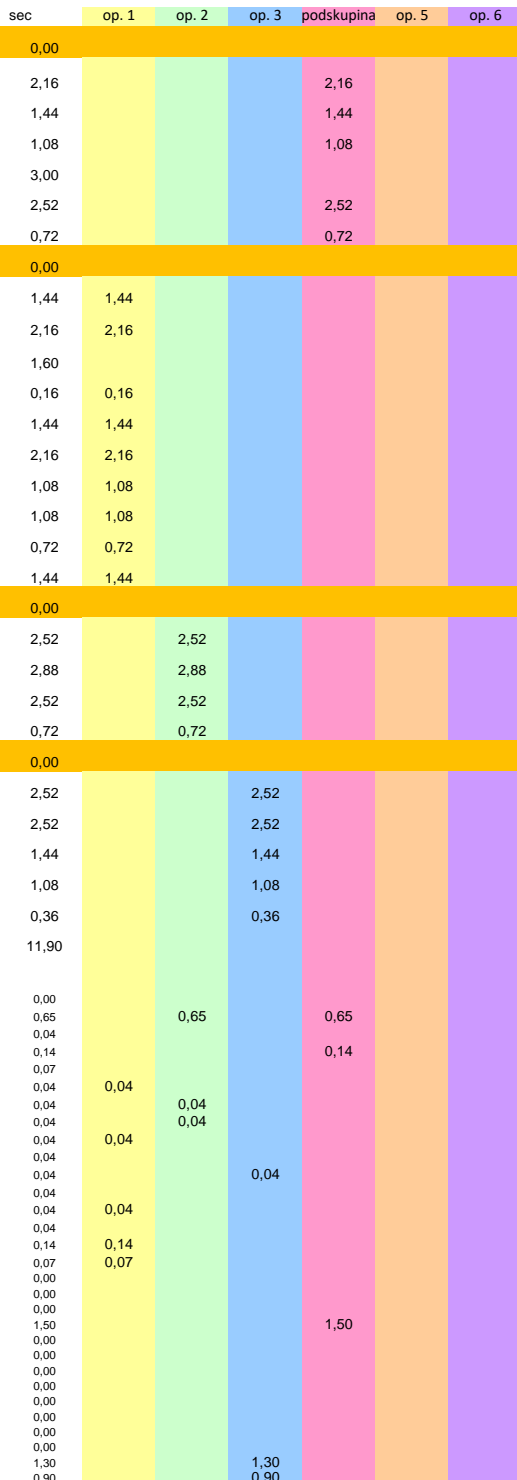
Výpočet času manuální práce

Výrobek	Název výrobku:	Volvo SPA 1 - LGB
	Č. výkresu:	varianta - zink. + STD
	Název operace:	Montáž + kontrola
	Č. pracoviště:	824501
Stroj	Č. střediska:	30102660
	Pracoviště:	VARIANTA B
	Typ stroje:	Montáž + kontrola

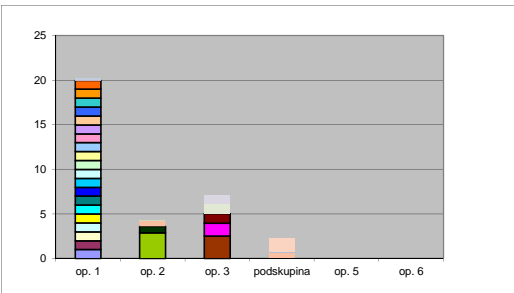


Poznámky: "Zn" - Varianta B

P.č.	R	Popis	Se	Sekvence						Fr	TMU
OPERÁTOR - podskupina, ext.											
1		Vložit šroub do zakládání přípravku	NT	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	T 0	A 0 B 0 P 0	A 0		1	60
2		Vložit zinkovou sponu do zakládání přípravku	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0 0	0		1	40
3		tlačítko	R	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0 0 0 0 0	0		1	30
4		Čas šroubování šroubu spony - 3s + vyhodit "Chaku chaku"	V	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	A 0	0 0 0 0 0	0		1	0
5		Zinkovou sponu naklínout do výztuhy	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0 0	0		1	70
6		Odložit výztuhu k ST20	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0 0	0		1	20
OPERÁTOR - ST 10											
7		Vložit 2x závaží do zásobníku (vyjmutí a vložení símo)	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0 0	0		1	40
8		Vložit páku do lisovacího přípravku	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0 0 0 0 0	0		1	60
9		Procesní čas lisování závaží do páky - 1,6 s (měřeno)	V	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	A 0	0 0 0 0 0	0		1	0
10		Vyjmut proklad z KLT	V	A 1 B 0 G 1	A 3 B 0 P 1	A 3	0 0 0 0 0	0		0,1	4,5
11		Uchopit páku a založit do zakládání	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0 0	0		1	40
12		Založit pružinu do beranu magnetické lože	V	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0 0	0		1	60
13		Založit osičku do zakládání	V	A 0 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0 0	0		1	30
14		Sjet do dolní úvratě ručního lisu	R	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0 0 0 0 0	0		1	30
15		Zalisovat osičku	R	A 0 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0 0 0 0 0	0		1	20
16		Odložit páku k ST30	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0 0	0		1	40
OPERÁTOR - ST 20											
18		Páku s pružinou vložit do výztuhy	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0 0	0		1	70
19		Na páku cylindru nasadit pružinu (získání páky a pružiny símo)	V	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 3	A 0	0 0 0 0 0	0		1	80
20		Páku cylindru s pružinou vložit do výztuhy a zajistit	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0 0	0		1	70
21		Odložit výztuhu k ST30	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0 0	0		1	20
OPERÁTOR - ST 30											
22		Nasadit vložku na konec LGB	V	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0 0	0		1	70
23		Vyjmut kus z KS a odložit do vývozního obalu	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 1	0 0 0 0 0	0		1	70
24		Vložit výztuhu do KS	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 3	A 0	0 0 0 0 0	0		1	40
25		Spustit tlačítkem KS	R	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0 0 0 0 0	0		1	30
26		Vložit proklad do vývozního balení	V	A 1 B 0 G 1	A 3 B 0 P 1	A 3	0 0 0 0 0	0		0,1	10
27		Procesní čas kontroly sestavy + šroubování - 11,9	V	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	A 0	0 0 0 0 0	0		1	0
Dopiňování materiálu a manipulace s obaly											
pořadí	název dílu	ST	obal	ks v obalu	poznámka	TMU					
1						0,00					
2	Výztuha-Dummy	ST 10	BHDSB6427Z	40		0,65	0,65				
3	Šroub	ST 10	art. 250x250x13	3000		0,04					
4	Spona	ST 10	art. 300x200x15	90		0,14	0,14				
5	Spona - Dummy	ST 10	BHDSB4315Z	170		0,07					
6	Dvojitá pružina	ST 20	VM004328	1300		0,04	0,04				
7	Páka cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	500		0,04	0,04				
8	Pružina cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	5000		0,04	0,04				
9	Šroub	ST 10	art. 295x190x10	1500		0,04	0,04				
10	Závaží ST	ST 10	VM003147	300		0,04	0,04				
11	Vložka	ST 10	VM004147	500		0,04	0,04				
12	Páka brzd	ST 30	BHDSB4315Z	1000		0,04	0,04				
13	Osa	ST 20	BHDSB4315Z	700		0,04	0,04				
14	Brzda	ST 30	art. 257x157x26	2500		0,04	0,04				
15	Páka klíky	ST 10	BHDSB4322Z	100		0,14	0,14				
16	Závaží kv	ST 10	VM003147	200		0,07	0,07				
17						0,00					
18						0,00					
19						0,00					
20	Manipulace montážní podskupina spony					1,50	1,50				
21						0,00					
22						0,00					
23						0,00					
24						0,00					
25						0,00					
26						0,00					
27						0,00					
x	příprava vývozních obalů					0,00					
	výměna vývozního obalu, etiketa, skenování			EMB 780 - 16 ks v obalu - etiketa + proklad + skenování		1,30	1,30				
	uložení vývozní obal na paletu (operátor / MR)			uložení obalu na PLT		0,90	0,90				
STROJNÍ ČASY											
ST	POPIS	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.
10_1	Šroubování zinkové spony	4.1.18	3,00								
10_2	Lisování závaží do páky	4.1.18	1,60								
30_1	Kontrola pufferu + vložky	4.1.18	4,31								
30_2											
30_3	Kontrola + šroubování	4.1.18	11,90								
30_4	Mazání	4.1.18	8,76								
30_5	Značení	4.1.18	6,23								
Celková spotřeba času:						0,70	41,73	1160,09			
						minut	sekund	TMU			

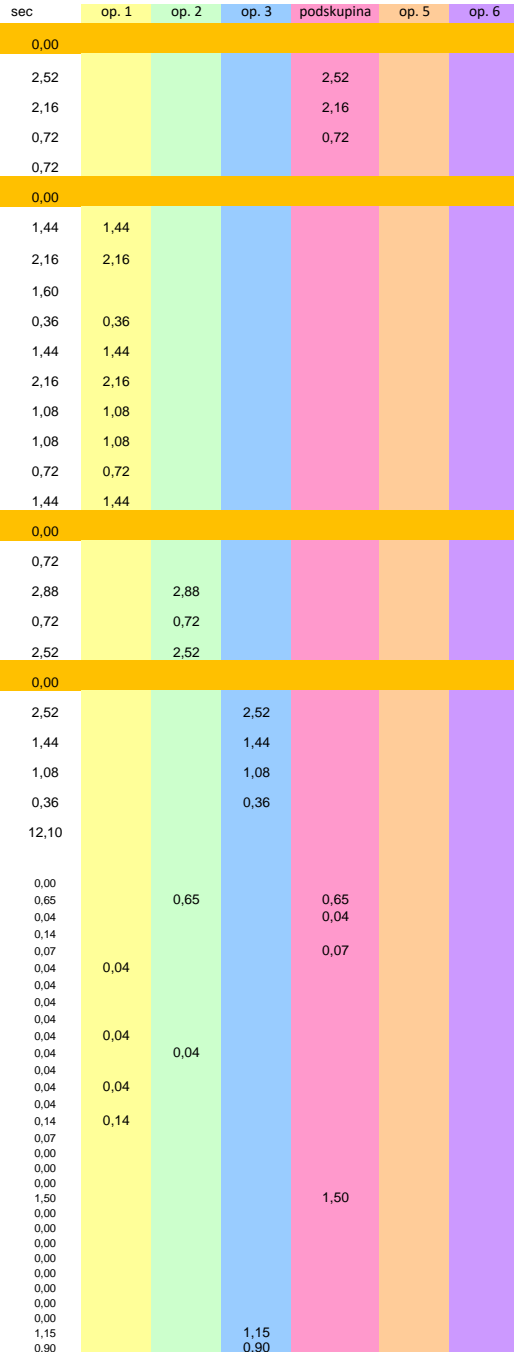


Výrobek	Název výrobku: Volvo SPA 1 - LGB	Výpočet času manuální práce
	Č. výkresu: varianta - plast + STD	
Stroj	Název operace: Montáž + kontrola	
	Č. pracoviště: 824501	
	Č. střediska: 30102660	
	Pracoviště: VARIANTA B	
	Typ stroje: Montáž + kontrola	



Poznámky: "Plast" - Varianta B

P.č.	R	Popis	Se	Sekvence												Fr	TMU
OPERÁTOR - podskupina, ext.																	
1	NF	Natožit šroub do plastové spony (natočení 1 závitu)	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	F 1	A 0 B 0 P 0	A 0									70	
2	V	Plastovou sponu polohovaně vložit do plastové výztuhy	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0 0 0 0	0									60	
3	V	Odožít výztuhu na další pracoviště	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0									20	
4	V	Odožít výztuhu k ST10	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0									20	
OPERÁTOR - ST 10																	
5	V	Vložit 2x závaží do zásobníku (vyjmutí a vložení símno)	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0									40	
6	V	Vložit páku do lisovacího přípravku	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0 0 0 0	0									60	
7	V	Procesní čas lisování závaží do páky - 1,6 s (měřeno)	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	A 0	0 0 0 0	0									0	
8	V	Vyjmut proklad z KLT	A 1 B 0 G 1	A 3 B 0 P 1	A 3	0 0 0 0	0								0,1	10	
9	V	Uchopit páku a založit do zakládání	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0									40	
10	V	Založit pružinu do beranu magnetické lože	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0									60	
11	V	Založit osičku do zakládání	A 0 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0									30	
12	R	Sjet do dolní úvratě ručního lisu	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0 0 0 0	0									30	
13	R	Zalisovat osičku	A 0 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0 0 0 0	0									20	
14	V	Odožít páku k ST30	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0									40	
OPERÁTOR - ST 20																	
15	R	Napoložovat ramínko osičky (kvůli následnému založení do výztuhy)	A 0 B 0 G 0	M 1 X 0 I 1	A 0	0 0 0 0	0									20	
16	V	Uchopit výztuhu + páku s pružinou vložit do výztuhy	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0									80	
17	V	Odožít výztuhu k ST30	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0									20	
18	V	Nasadit vložku na konec LGB	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	A 0	0 0 0 0	0									70	
OPERÁTOR - ST 30																	
19	V	Vyjmut kus z KS a odložit do vývozního obalu	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 1	0 0 0 0	0									70	
20	V	Vložit výztuhu do KS	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 3	A 0	0 0 0 0	0									40	
21	R	Spustit tlačítkem KS	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0 0 0 0	0									30	
22	V	Vložit proklad do vývozního balení	A 1 B 0 G 1	A 3 B 0 P 1	A 3	0 0 0 0	0								0,1	10	
23	V	Procesní čas kontroly sestavy + šroubování - 12,1 (měřeno)	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	A 0	0 0 0 0	0									0	



pořadí	název dílu	ST	obal	ks v obalu	poznámka	TMU
1						0,00
2	Výztuha-Dummy	ST 10	BHDSB6427Z	40		0,65
3	Šroub	ST 10	art. 250x250x13	3000		0,04
4	Spona	ST 10	art. 300x200x15	90		0,14
5	Spona - Dummy	ST 10	BHDSB4315Z	170		0,07
6	Dvojitá pružina	ST 20	VM004328	1300		0,04
7	Páka cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	500		0,04
8	Pružina cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	5000		0,04
9	Šroub	ST 10	art. 295x190x10	1500		0,04
10	Závaží ST	ST 10	VM003147	300		0,04
11	Vložka	ST 10	VM004147	500		0,04
12	Páka brzd	ST 30	BHDSB4315Z	1000		0,04
13	Osa	ST 20	BHDSB4315Z	700		0,04
14	Brzda	ST 30	art. 257x157x26	2500		0,04
15	Páka klíky	ST 10	BHDSB4322Z	100		0,14
16	Závaží KV	ST 10	VM003147	200		0,07
17						0,00
18						0,00
19						0,00
20	Manipulace montážní podskupina spony					1,50
21						0,00
22						0,00
23						0,00
24						0,00
25						0,00
26						0,00
27						0,00
x	příprava vývozních obalů					0,00
	výměna vývozního obalu, etiketa, skenování			EMB 780 - 18 ks v obalu - etiketa + proklad + skenování		1,15
	uložení vývozní obal na paletu (operátor / MR)			uložení obalu na PLT		0,90

STROJNÍ ČASY										POČET WT: 6	
ST	POPIS	dat.měření	sec	dat.měření	sec	dat.měření	sec	dat.měření	sec	ks	
10_1	Šroubování zinkové spony	4.1.18	3,00								
10_2	Lisování závaží do páky	4.1.18	1,60								
30_1	Kontrola pufferu + vložky	4.1.18	4,31								
30_2											
30_3	Kontrola + šroubování	4.1.18	12,10								
30_4	Mazání	4.1.18	8,76								
30_5	Značení	4.1.18	6,23								
Celková spotřeba času:										0,57	34,04
										minut	sekund
											TMU

Vypočetl: T. Pipek Datum: 18.01.18 Kontroloval: Datum:

Příloha č. 5

Výpočty - Varianta B

Analýza navržené varianty B

Na základě analýzy Basic MOST pro jednotlivé varianty vyráběných dveřních výztuh byly stanoveny časy trvání jednotlivých operací. Pro přehlednost jsou uvedeny v následující tabulce, kompletní zpracování analýz pro variantu B je uvedeno v Příloze č. 4.

Tabulka 1 - Čisté časy operátorů - Varianta B

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Op1 [s]	Op2 [s]	Op3 [s]	Op4 [s]
Zn + brzda	095, 101	23%	12,01	13,36	13,07	10,21
Zn	099	2%	12,01	9,36	10,15	10,21
Plast + brzda	096, 098	70%	12,13	10,76	10,04	7,66
Plast	097	5%	12,13	6,80	7,45	7,66

Některé časy jednotlivých operací jsou kratší, než strojní časy. Proto musí operátor v některých případech čekat na stroj. Tím se prodlužuje montážní čas na jednotlivých pracovištích. V následující tabulce jsou uvedeny celkové časy jednotlivých pracovišť, kde je zohledněno také čekání operátora na stroj, které je zvýrazněné.

Tabulka 2 - Časy stanovišť – Varianta B

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	ST10 [s]	ST20 [s]	ST30 [s]	PSK [s]
Zn + brzda	095, 101	23%	12,01	13,36	13,07	10,21
Zn	099	2%	12,01	9,36	11,90	10,21
Plast + brzda	096, 098	70%	12,13	10,76	12,10	7,66
Plast	097	5%	12,13	6,80	12,10	7,66

Takt výrobní linky

Jedná se o čas výroby na stanovišti, na kterém trvá montáž nejdelší dobu. Je to tedy čas, za který se při sériové montáži může očekávat výroba jednoho kusu. Takt výrobní linky je označován jako TT.

$$TT_x^{linka} = \text{MAX} (ST10_x; ST20_x; ST30_x) [s]$$

$$TT_{Zn+brzda}^{linka} = \text{MAX} (12,01; 13,36; 13,07) = 13,36 \text{ s}$$

$$TT_{Zn}^{linka} = \text{MAX} (12,01; 9,36; 11,90) = 12,01 \text{ s}$$

$$TT_{Plast+brzda}^{linka} = \text{MAX} (12,13; 10,76; 12,10) = 12,13 \text{ s}$$

$$TT_{Plast}^{linka} = \text{MAX} (12,13; 6,80; 12,10) = 12,13 \text{ s}$$

Takt podskupiny spon

$$TT_x^{podskup} = PSK_x [s]$$

$$TT_{Zn+brzda}^{podskup} = PSK_{Zn+brzda} = 10,21 \text{ s}$$

$$TT_{Zn}^{podskup} = PSK_{Zn} = 10,21 \text{ s}$$

$$TT_{Plast+brzda}^{podskup} = PSK_{Plast+brzda} = 7,66 \text{ s}$$

$$TT_{Plast}^{podskup} = PSK_{Plast} = 7,66 \text{ s}$$

Celkový takt

$$TT_x^{linka} - \text{Takt výrobní linky pro danou variantu výztuhy [s]}$$

$$TT_x^{podskup} - \text{Takt podskupiny spon pro danou variantu výztuhy [s]}$$

$$TT_x = \text{MAX} (TT_x^{linka}; TT_x^{podskup}) [s]$$

$$TT_{Zn+brzda} = \text{MAX} (TT_{Zn+brzda}^{linka}; TT_{Zn+brzda}^{podskup}) = \text{MAX} (13,36; 10,21) = 13,36 \text{ s}$$

$$TT_{Zn} = \text{MAX} (TT_{Zn}^{linka}; TT_{Zn}^{podskup}) = \text{MAX} (12,01; 10,21) = 12,01 \text{ s}$$

$$TT_{Plast+brzda} = \text{MAX} (TT_{Plast+brzda}^{linka}; TT_{Plast+brzda}^{podskup}) = \text{MAX} (12,13; 7,66) = 12,13 \text{ s}$$

$$TT_{Plast} = \text{MAX} (TT_{Plast}^{linka}; TT_{Plast}^{podskup}) = \text{MAX} (12,13; 7,66) = 12,13 \text{ s}$$

Využitelný časový fond

Pod tímto pojmem se rozumí výrobní čas, který je možné využít během jedné směny. Od čistého času směny jsou zde odečteny pouze zákonem stanovené přestávky. Ostatní neproduktivní časy, mezi které patří například úklid, změna vyráběného typu výztuhy nebo sepsání karty chyb, se ve společnosti WITTE Automotive účtují zvlášť. Proto se neprojeví ve snížení využitelného časového fondu. Čas směny jednoho operátora je 7,5 hodiny. Do času směny operátora se nezapočítává neplacená pauza na oběd, která trvá 30 minut.

$$T_o = 7,5 \text{ h} - \text{Čas směny jednoho operátora [h]}$$

$$T_p = 10 \text{ min} - \text{Čas zákonem stanovených přestávek [min]}$$

$$T_v = 60 \cdot T_o - T_p \text{ [min]}$$

$$T_v = 60 \cdot T_o - T_p = 60 \cdot 7,5 - 10 = 440 \text{ min}$$

Norma výrobní linky

$$P_p = 3 \text{ pracovníci} - \text{Počet pracovníků na výrobní lince [-]}$$

$$T_o = 7,5 \text{ h} - \text{Čas směny jednoho operátora [h]}$$

$$T_v - \text{Využitelný časový fond jedné směny [min]}$$

$$TT_x^{\text{linka}} - \text{Takt výrobní linky pro danou variantu výztuhy [s]}$$

$$NORM_x^{\text{linka}} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_x^{\text{linka}} \cdot T_o}} \cdot P_p \text{ [min/1000 ks]}$$

$$NORM_{Zn+brzda}^{\text{linka}} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Zn+brzda}^{\text{linka}} \cdot T_o}} \cdot P_p = \frac{60000}{13,36 \cdot 7,5} \cdot 3 = 683,2 \Rightarrow 684 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Zn}^{\text{linka}} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Zn}^{\text{linka}} \cdot T_o}} \cdot P_p = \frac{60000}{12,01 \cdot 7,5} \cdot 3 = 614,1 \Rightarrow 615 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Plast+brzda}^{\text{linka}} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Plast+brzda}^{\text{linka}} \cdot T_o}} \cdot P_p = \frac{60000}{12,13 \cdot 7,5} \cdot 3 = 620,3 \Rightarrow 621 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Plast}^{\text{linka}} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Plast}^{\text{linka}} \cdot T_o}} \cdot P_p = \frac{60000}{12,13 \cdot 7,5} \cdot 3 = 620,3 \Rightarrow 621 \text{ min/1000 ks}$$

Norma podskupiny

$Pp = 1$ pracovník – Počet pracovníků v podskupině spon [–]

$T_o = 7,5$ h – Čas směny jednoho operátora [h]

T_v – Využitelný časový fond jedné směny [min]

$TT_x^{podskup}$ – Takt podskupiny spon pro danou variantu výztuhy [s]

$$NORM_x^{podskup} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_x^{podskup} \cdot T_o}} \cdot Pp \text{ [min/1000 ks]}$$

$$NORM_{Zn+brzda}^{podskup} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Zn+brzda}^{podskup} \cdot T_o}} \cdot Pp = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{10,21 \cdot 7,5}} \cdot 1 = 174 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Zn}^{podskup} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Zn}^{podskup} \cdot T_o}} \cdot Pp = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{10,21 \cdot 7,5}} \cdot 1 = 174 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Plast+brzda}^{podskup} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Plast+brzda}^{podskup} \cdot T_o}} \cdot Pp = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{7,66 \cdot 7,5}} \cdot 1 = 130,6 \Rightarrow 131 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Plast}^{podskup} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Plast}^{podskup} \cdot T_o}} \cdot Pp = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{7,66 \cdot 7,5}} \cdot 1 = 130,6 \Rightarrow 131 \text{ min/1000 ks}$$

Celková norma

$NORM_x^{linka}$ – Norma výrobní linky pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$NORM_x^{podskup}$ – Norma podskupiny spon pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$NORM_x = NORM_x^{linka} + NORM_x^{podskup}$ [min/1000 ks]

$$NORM_{Zn+brzda} = NORM_{Zn+brzda}^{linka} + NORM_{Zn+brzda}^{podskup} = 684 + 174 = 858 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Zn} = NORM_{Zn}^{linka} + NORM_{Zn}^{podskup} = 615 + 174 = 789 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Plast+brzda} = NORM_{Plast+brzda}^{linka} + NORM_{Plast+brzda}^{podskup} = 621 + 131 = 752 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Plast} = NORM_{Plast}^{linka} + NORM_{Plast}^{podskup} = 621 + 131 = 752 \text{ min/1000 ks}$$

Kapacita směny – výrobní linka

$NORM_x^{linka}$ – Norma výrobní linky pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$Pp = 3$ pracovníci – Počet pracovníků [–]

$To = 7,5$ h – Čas směny jednoho operátora [h]

$$KAP_x^{linka} = \frac{60000}{NORM_x^{linka}} \cdot Pp \cdot To \text{ [ks]}$$

$$KAP_{Zn+brzda}^{linka} = \frac{60000}{NORM_{Zn+brzda}^{linka}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{684} \cdot 3 \cdot 7,5 = 1974 \text{ ks}$$

$$KAP_{Zn}^{linka} = \frac{60000}{NORM_{Zn}^{linka}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{615} \cdot 3 \cdot 7,5 = 2195 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast+brzda}^{linka} = \frac{60000}{NORM_{Plast+brzda}^{linka}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{621} \cdot 3 \cdot 7,5 = 2174 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast}^{linka} = \frac{60000}{NORM_{Plast}^{linka}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{621} \cdot 3 \cdot 7,5 = 2174 \text{ ks}$$

Kapacita směny – podskupina spon

$NORM_x^{podskup}$ – Norma podskupiny spon pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$Pp = 1$ pracovník – Počet pracovníků [–]

$To = 7,5$ h – Čas směny jednoho operátora [h]

$$KAP_x^{podskup} = \frac{60000}{NORM_x^{podskup}} \cdot Pp \cdot To \text{ [ks]}$$

$$KAP_{Zn+brzda}^{podskup} = \frac{60000}{NORM_{Zn+brzda}^{podskup}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{174} \cdot 1 \cdot 7,5 = 2586 \text{ ks}$$

$$KAP_{Zn}^{podskup} = \frac{60000}{NORM_{Zn}^{podskup}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{174} \cdot 1 \cdot 7,5 = 2586 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast+brzda}^{podskup} = \frac{60000}{NORM_{Plast+brzda}^{podskup}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{131} \cdot 1 \cdot 7,5 = 3435 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast}^{podskup} = \frac{60000}{NORM_{Plast}^{podskup}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{131} \cdot 1 \cdot 7,5 = 3435 \text{ ks}$$

Celková kapacita

KAP_x^{linka} – Norma výrobní linky pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$KAP_x^{podskup}$ – Norma podskupiny spon pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$$KAP_x = \text{MIN} (NORM_x^{linka} ; NORM_x^{podskup}) \text{ [min/1000 ks]}$$

$$KAP_{Zn+brzda} = \text{MIN} (KAP_{Zn+brzda}^{linka} ; KAP_{Zn+brzda}^{podskup}) = \text{MIN} (1974 ; 2586) = 1974 \text{ ks}$$

$$KAP_{Zn} = \text{MIN} (KAP_{Zn}^{linka} ; KAP_{Zn}^{podskup}) = \text{MIN} (2195 ; 2586) = 2195 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast+brzda} = \text{MIN} (KAP_{Plast+brzda}^{linka} ; KAP_{Plast+brzda}^{podskup}) = \text{MIN} (2174 ; 3435) = 2174 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast} = \text{MIN} (KAP_{Plast}^{linka} ; KAP_{Plast}^{podskup}) = \text{MIN} (2174 ; 3435) = 2174 \text{ ks}$$

Vytížení operátorů

Op_{xy} – Čistý čas odpovídajícího operátora pro danou variantu výztuhy [s]

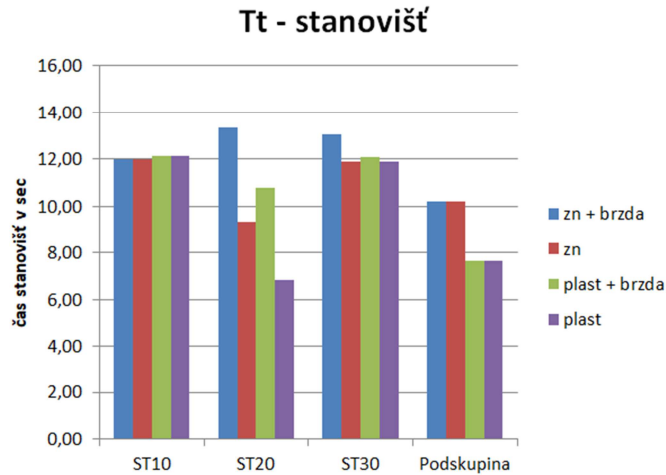
TT_x – Takt výrobní linky pro danou variantu výztuhy [s]

$$VYT_{Op_x, y} = \frac{Op_{xy}}{TT_x} [-]$$

$$VYT_{Op1, Zn+brzda} = \frac{Op1_{Zn+brzda}}{TT_{Zn+brzda}} = \frac{12,01}{13,36} = 0,90 \Rightarrow 90\%$$

Tabulka 3 - Vytížení operátorů - Varianta B

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Op1	Op2	Op3	Op4
Zn + brzda	095, 101	23%	90%	100%	98%	76%
Zn	099	2%	100%	78%	85%	85%
Plast + brzda	096, 098	70%	100%	89%	83%	63%
Plast	097	5%	100%	56%	61%	63%



Obrázek 1- Takt jednotlivých stanovišť - Varianta B

Vážený takt

PV_x – Poměr výroby pro danou variantu výztuhy [–]

TT_x – Takt výrobní linky pro danou variantu výztuhy [s]

$$vTakt = \sum PV_x \cdot TT_x \text{ [s]}$$

$$vTakt = (PV_{zn+brzda} \cdot TT_{zn+brzda}) + (PV_{zn} \cdot TT_{zn}) + (PV_{plast+brzda} \cdot TT_{plast+brzda}) + (PV_{plast} \cdot TT_{plast})$$

$$vTakt = (0,23 \cdot 13,36) + (0,02 \cdot 12,01) + (0,7 \cdot 12,13) + (0,05 \cdot 12,13) = 12,41s$$

Vážená norma

PV_x – Poměr výroby pro danou variantu výztuhy [–]

$NORM_x$ – Norma výrobní linky pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$$vNORM = \sum PV_x \cdot NORM_x \text{ [min/1000 ks]}$$

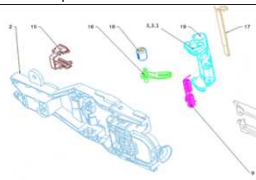
$$vNORM = (PV_{zn+brzda} \cdot NORM_{zn+brzda}) + (PV_{zn} \cdot NORM_{zn}) + (PV_{plast+brzda} \cdot NORM_{plast+brzda}) + (PV_{plast} \cdot NORM_{plast})$$

$$vNORM = (0,23 \cdot 858) + (0,02 \cdot 789) + (0,7 \cdot 752) + (0,05 \cdot 752) = 777,3 \text{ min/1000 ks}$$

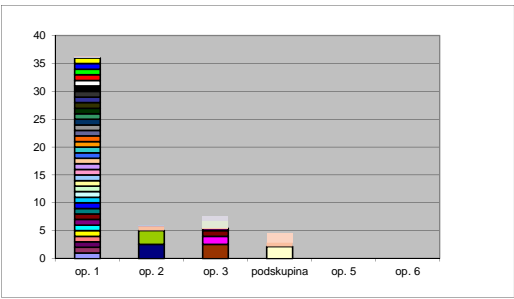
Příloha č. 6

Basic MOST - Varianta C

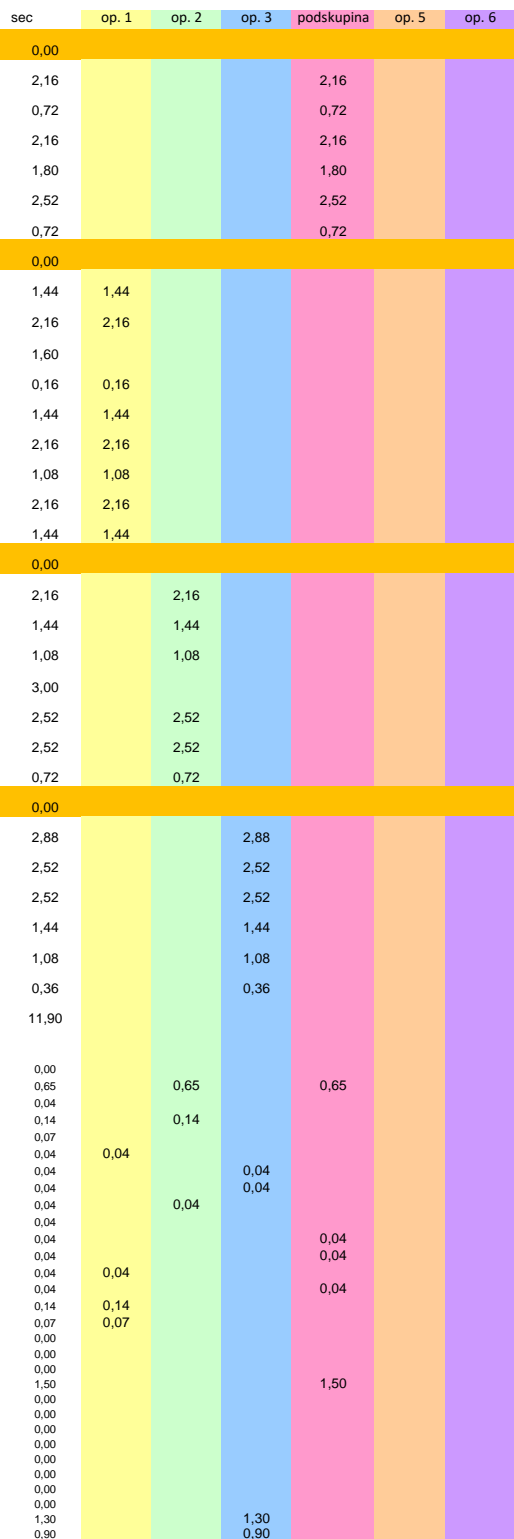
Výrobek	Název výrobku:	Volvo SPA 1 - LGB
	Č. výkresu:	varianta - zink. + brzda + KV/STD
	Název operace:	Montáž + kontrola
	Č. pracoviště:	824501
Stroj	Č. střediska:	30102660
	Pracoviště:	VARIANTA C
Typ stroje:		Montáž + kontrola



Poznámky: "Zn+brzda" - Varianta C



P.č.	R	Popis	Se	Sekvence										Fr	TMU								
OPERÁTOR - podskupina, ext.																							
1	V	Na brzdu nasadit páku brzdy a otočit do polohy (získání brzdy a páky símo)	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	3	A	0	0	0	0	0	1	60
2	V	polohovat brzdu s pákou	V	A	0	B	0	G	0	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	20
3	V	Získat výztuhu z odkládacího místa a páku s brzdou nasadit na pin a naplohotovat	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	3	A	0	0	0	0	0	1	60
4	V	Otočit páku s brzdou do polohy	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	50
5	V	Nasadit vložku na konec LGB	V	A	1	B	0	G	3	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	70
6	V	Odloužit páku s brzdou	V	A	0	B	0	G	0	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	20
OPERÁTOR - ST 10																							
7	V	Vložit 2x závaží do zásobníku (vyjmutí a vložení símo)	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	40
8	V	Vložit páku do lisovacího přípravku	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	3	A	0	0	0	0	0	1	60
9	V	Procesní čas lisování závaží do páky - 1,6 s (měřeno)	V	A	0	B	0	G	0	A	0	B	0	P	0	A	0	0	0	0	0	1	0
10	V	Vyjmut proklad z KLT	V	A	1	B	0	G	1	A	3	B	0	P	1	A	3	0	0	0	0	0,1	4,5
11	V	Uchopit páku a založit do zakládání	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	40
12	V	Založit pružinu do beranu magnetické lože	V	A	1	B	0	G	3	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	60
13	R	Sjet do dolní úvrátě ručního lisu - návrat automaticky	R	A	1	B	0	G	1	M	1	X	0	I	0	A	0	0	0	0	0	1	30
14	V	Založit osičku	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	3	A	0	0	0	0	0	1	60
15	V	Odloužit páku k ST30	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	40
OPERÁTOR - ST 20																							
16	V	Vložit zinkovou sponu do zakládání přípravku	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	3	A	0	0	0	0	0	1	60
17	V	Vložit šroub do zakládání přípravku	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	40
18	R	tláčičko/suplík	R	A	1	B	0	G	1	M	1	X	0	I	0	A	0	0	0	0	0	1	30
19	V	Čas šroubování šroubu spony - 3s + vyhodit	V	A	0	B	0	G	0	A	0	B	0	P	0	A	0	0	0	0	0	1	0
20	V	Zinkovou sponu naklínout do výztuhu	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	70
21	V	Páku s pružinou vložit do výztuhu	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	70
22	V	Odloužit výztuhu k ST30	V	A	0	B	0	G	0	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	20
OPERÁTOR - ST 30																							
23	V	Na páku cylindru nasadit pružinu (získání páky a pružiny símo)	V	A	1	B	0	G	3	A	1	B	0	P	3	A	0	0	0	0	0	1	80
24	V	Páku cylindru s pružinou vložit do výztuhu a zajistit	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	70
25	V	Vyjmut kus z KS a odložit do vývozního obalu	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	3	A	1	0	0	0	0	1	70
26	V	Vložit výztuhu do KS	V	A	0	B	0	G	0	A	1	B	0	P	3	A	0	0	0	0	0	1	40
27	R	Spustit tlačítkem KS	R	A	1	B	0	G	1	M	1	X	0	I	0	A	0	0	0	0	0	1	30
28	V	Vložit proklad do vývozního balení	V	C	1	B	0	G	1	A	3	B	0	P	1	A	3	0	0	0	0	0,1	10
29	V	Procesní čas kontroly sestavy + šroubování - 11,9 s	V	A	0	B	0	G	0	A	0	B	0	P	0	A	0	0	0	0	0	1	0

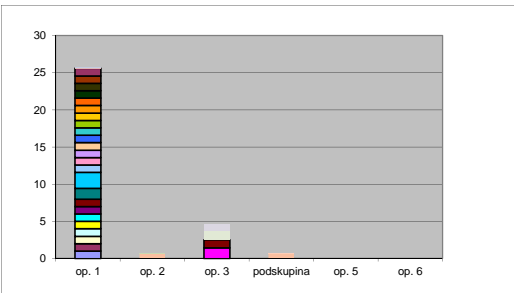


Doplňování materiálu a manipulace s obaly						
pořadí	název dílu	ST	obal	ks v obalu	poznámka	TMU
1						0,00
2	Výztuha-Dummy	ST 10	BHDSB642Z	40		18
3	Šroub	ST 10	art. 250X250x13	3000		1
4	Spona	ST 10	art. 300x200x15	90		4
5	Spona - Dummy	ST 10	BHDSB4315Z	170		2
6	Dvojitá pružina	ST 20	VM004328	1300		1
7	Páka cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	500		1
8	Pružina cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	5000		1
9	Šroub	ST 10	art. 295x190x10	1500		1
10	Závaží ST	ST 10	VM003147	300		1
11	Vložka	ST 10	VM004147	500		1
12	Páka brzdy	ST 30	BHDSB4315Z	1000		1
13	Osa	ST 20	BHDSB4315Z	700		1
14	Brzda	ST 30	art. 257x157x26	2500		1
15	Páka klíky	ST 10	BHDSB4322Z	100		4
16	Závaží KV	ST 10	VM003147	200		2
17						0,00
18						0,00
19						0,00
20	Manipulace montážní podskupina spony					1,50
21						0,00
22						0,00
23						0,00
24						0,00
25						0,00
26						0,00
27						0,00
x	připrava vývozních obalů					0,00
	výměna vývozního obalu, etiketa, skenování		EMB 780 - 16 ks v obalu - etiketa + proklad + skenování			1,30
	uložení vývozní obal na paletu (operátor / MR)		uložení obalu na PLT			0,90

STROJNÍ ČASY										POČET WT: 6 ks	
ST	POPIS	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.
10_1	Šroubování zinkové spony	4.1.18	3,00								
10_2	Lisování závaží do páky	4.1.18	1,60								
30_1	Kontrola pufferu + vložky	4.1.18	4,31								
30_2	Kontrola brzdy	4.1.18	3,13								
30_3	Kontrola + šroubování	4.1.18	11,90								
30_4	Mazání	4.1.18	8,76								
30_5	Značení	4.1.18	6,23								

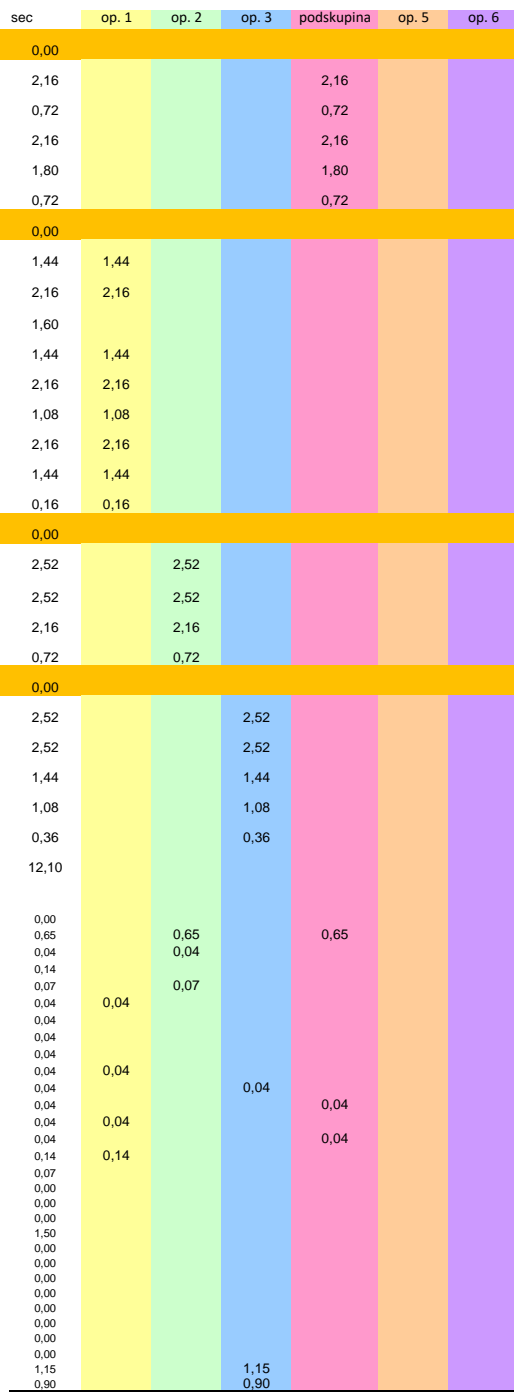
Celková spotřeba času:				0,82	49,00	1362,26
				minut	sekund	TMU

Výrobek	Název výrobku: Volvo SPA 1 - LGB	
	Č. výkresu: varianta - plast + brzda + STD/KV	
	Název operace: Montáž + kontrola	
	Č. pracoviště: 824501	
Stroj	Č. střediska: 30102660	Pracoviště: VARIANTA C Typ stroje: Montáž + kontrola



Poznámky: "Plast+brzda" - Varianta C

P.č.	R	Popis	Se	Sekvence										Fr	TMU	
OPERÁTOR - podskupina, ext.																
1		Na brzdou nasadit páku brzdý a otočit do polohy (získání brzdý a páky símo)	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
2		polohovat brzdou s pákou	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
3		Získat výztuhu z odkládacího místa a páku s brzdou nasadit na pin a naplohotvat	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
4		Otočit páku s brzdou do polohy	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
5		Odořít páku s brzdou	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
OPERÁTOR - ST 10																
6		Vložit 2x závaží do zásobníku (vyjmutí a vložení símo)	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
7		Vložit páku do lisovacího přípravku	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
8		Procesní čas lisování závaží do páky - 1,6 s (měřeno)	V	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9		Uchopit páku a založit do zakládání	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
10		Založit pružinu do beranu magnetické lože	V	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
11		Sjet do dolní úvratě ručního lisu - návrat automaticky	R	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
12		Založit osičku	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
13		Odořít páku k ST30	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
14		Vyjmut proklad z KLT	V	A 1 B 0 G 1	A 3 B 0 P 1	A 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5
OPERÁTOR - ST 20																
15		Páku s pružinou vložit do výztuhu	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
16		Natočit šroub do plastové spony (natočení 1 závit)	NF	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	F 1	A 0	B 0	P 1	A 0						70
17		Plastovou sponu polohovaně vložit do plastové výztuhu	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
18		Odořít na následující pracoviště	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
OPERÁTOR - ST 30																
19		Nasadit vložku na konec LGB	V	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
20		Vyjmut kus z KS a odložit do vývozního obalu	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
21		Vložit výztuhu do KS	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
22		Spustit tlačítkem KS	R	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
23		Vložit proklad do vývozního balení	V	A 1 B 0 G 1	A 3 B 0 P 1	A 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
24		Procesní čas kontroly sestavy + šroubování - 12,1	V	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



pořadí	název dílu	ST	obal	poznámka	TMU
1					0,00
2	Výztuha-Dummy	ST 10	BHDSB6427Z	40	0,65
3	Šroub	ST 10	art. 250X250x13	3000	0,04
4	Spona	ST 10	art. 300x200x15	90	0,14
5	Spona - Dummy	ST 10	BHDSB4315Z	170	0,07
6	Dvojité pružina	ST 20	VM004328	1300	0,04
7	Páka cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	500	0,04
8	Pružina cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	5000	0,04
9	Šroub	ST 10	art. 295x190x10	1500	0,04
10	Závaží ST	ST 10	VM003147	300	0,04
11	Vložka	ST 10	VM004147	500	0,04
12	Páka brzdý	ST 30	BHDSB4315Z	1000	0,04
13	Osa	ST 20	BHDSB4315Z	700	0,04
14	Brzda	ST 30	art. 257x157x26	2500	0,04
15	Páka kliky	ST 10	BHDSB4322Z	100	0,14
16	Závaží KV	ST 10	VM003147	200	0,07
17					0,00
18					0,00
19					0,00
20	Manipulace montážní podskupina spony				1,50
21					0,00
22					0,00
23					0,00
24					0,00
25					0,00
26					0,00
27					0,00
x	příprava vývozních obalů				0,00
	výměna vývozního obalu, etiketa, skenování			EMB 780 - 18 ks v obalu - etiketa + proklad + skenování	32
	uložení vývozní obal na paletu (operátor / MR)			uložení obalu na PLT	25

ST	POPIS	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	POČET WT:	6	KS
10_1	Šroubování zinkové spony	4.1.18	3,00											
10_2	Lisování závaží do páky	4.1.18	1,60											
30_1	Kontrola pufferu + vložky	4.1.18	4,31											
30_2														
30_3	Kontrola + šroubování	4.1.18	12,10											
30_4	Mazání	4.1.18	8,76											
30_5	Značení	4.1.18	6,23											

Celková spotřeba času: 0,65 minut 39,26 sekund 1091,37 TMU

Vypočetl: T. Pipek Datum: 25.01.18 Kontroloval: Datum:

Příloha č. 7

Výpočty - Varianta C

Analýza navržené varianty C

Na základě analýzy Basic MOST pro jednotlivé varianty vyráběných dveřních výztuh byly stanoveny časy trvání jednotlivých operací. Pro přehlednost jsou uvedeny v následující tabulce, kompletní zpracování analýz pro variantu C je uvedeno v Příloze č. 6.

Tabulka 1 - Čisté časy operátorů - Varianta C

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Op1 [s]	Op2 [s]	Op3 [s]	Op4 [s]
Zn + brzda	095, 101	23%	12,33	11,27	13,07	12,34
Zn	099	2%	12,33	13,82	13,07	0
Plast + brzda	096, 098	70%	12,29	8,68	10,01	8,28
Plast	097	5%	12,29	8,68	10,01	0

Některé časy jednotlivých operací jsou kratší, než strojní časy. Proto musí operátor v některých případech čekat na stroj. Tím se prodlužuje montážní čas na jednotlivých pracovištích. V následující tabulce jsou uvedeny celkové časy jednotlivých pracovišť, kde je zohledněno také čekání operátora na stroj, které je zvýrazněné.

Tabulka 2 - Časy stanovišť – Varianta C

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	ST10 [s]	ST20 [s]	ST30 [s]	PSK [s]
Zn + brzda	095, 101	23%	12,33	11,27	13,07	12,34
Zn	099	2%	12,33	13,82	13,07	0
Plast + brzda	096, 098	70%	12,29	8,68	12,10	8,28
Plast	097	5%	12,29	8,68	12,10	0

Takt výrobní linky

Jedná se o čas výroby na stanovišti, na kterém trvá montáž nejdelší dobu. Je to tedy čas, za který se při sériové montáži může očekávat výroba jednoho kusu. Takt výrobní linky je označován jako TT.

$$TT_x^{linka} = \text{MAX} (ST10_x; ST20_x; ST30_x) [s]$$

$$TT_{Zn+brzda}^{linka} = \text{MAX} (12,33; 11,27; 13,07) = 13,07 \text{ s}$$

$$TT_{Zn}^{linka} = \text{MAX} (12,33; 13,82; 13,07) = 13,82 \text{ s}$$

$$TT_{Plast+brzda}^{linka} = \text{MAX} (12,29; 8,68; 12,10) = 12,29 \text{ s}$$

$$TT_{Plast}^{linka} = \text{MAX} (12,29; 8,68; 12,10) = 12,29 \text{ s}$$

Takt podskupiny brzd

$$TT_x^{podskup} = PSK_x [s]$$

$$TT_{Zn+brzda}^{podskup} = PSK_{Zn+brzda} = 12,34 \text{ s}$$

$$TT_{Zn}^{podskup} = PSK_{Zn} = 0 \text{ s} - \text{absence brzdy pro montáž}$$

$$TT_{Plast+brzda}^{podskup} = PSK_{Plast+brzda} = 8,28 \text{ s}$$

$$TT_{Plast}^{podskup} = PSK_{Plast} = 0 \text{ s} - \text{absence brzdy pro montáž}$$

Celkový takt

$$TT_x^{linka} - \text{Takt výrobní linky pro danou variantu výztuhy [s]}$$

$$TT_x^{podskup} - \text{Takt podskupiny brzd pro danou variantu výztuhy [s]}$$

$$TT_x = \text{MAX} (TT_x^{linka}; TT_x^{podskup}) [s]$$

$$TT_{Zn+brzda} = \text{MAX} (TT_{Zn+brzda}^{linka}; TT_{Zn+brzda}^{podskup}) = \text{MAX} (13,07; 12,34) = 13,07 \text{ s}$$

$$TT_{Zn} = \text{MAX} (TT_{Zn}^{linka}; TT_{Zn}^{podskup}) = \text{MAX} (13,82; 0) = 13,82 \text{ s}$$

$$TT_{Plast+brzda} = \text{MAX} (TT_{Plast+brzda}^{linka}; TT_{Plast+brzda}^{podskup}) = \text{MAX} (12,29; 8,28) = 12,29 \text{ s}$$

$$TT_{Plast} = \text{MAX} (TT_{Plast}^{linka}; TT_{Plast}^{podskup}) = \text{MAX} (12,29; 0) = 12,29 \text{ s}$$

Využitelný časový fond

Pod tímto pojmem se rozumí výrobní čas, který je možné využít během jedné směny. Od čistého času směny jsou zde odečteny pouze zákonem stanovené přestávky. Ostatní neproduktivní časy, mezi které patří například úklid, změna vyráběného typu výztuhy nebo sepsání karty chyb, se ve společnosti WITTE Automotive účtují zvlášť. Proto se neprojeví ve snížení využitelného časového fondu. Čas směny jednoho operátora je 7,5 hodiny. Do času směny operátora se nezapočítává neplacená pauza na oběd, která trvá 30 minut.

$$T_o = 7,5 \text{ h} - \text{Čas směny jednoho operátora [h]}$$

$$T_p = 10 \text{ min} - \text{Čas zákonem stanovených přestávek [min]}$$

$$T_v = 60 \cdot T_o - T_p \text{ [min]}$$

$$T_v = 60 \cdot T_o - T_p = 60 \cdot 7,5 - 10 = 440 \text{ min}$$

Norma výrobní linky

$$P_p = 3 \text{ pracovníci} - \text{Počet pracovníků na výrobní lince [-]}$$

$$T_o = 7,5 \text{ h} - \text{Čas směny jednoho operátora [h]}$$

$$T_v - \text{Využitelný časový fond jedné směny [min]}$$

$$TT_x^{\text{linka}} - \text{Takt výrobní linky pro danou variantu výztuhy [s]}$$

$$NORM_x^{\text{linka}} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_x^{\text{linka}} \cdot T_o}} \cdot P_p \text{ [min/1000 ks]}$$

$$NORM_{Zn+brzda}^{\text{linka}} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Zn+brzda}^{\text{linka}} \cdot T_o}} \cdot P_p = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{13,07 \cdot 7,5}} \cdot 3 = 668,4 \Rightarrow 669 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Zn}^{\text{linka}} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Zn}^{\text{linka}} \cdot T_o}} \cdot P_p = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{13,82 \cdot 7,5}} \cdot 3 = 706,7 \Rightarrow 707 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Plast+brzda}^{\text{linka}} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Plast+brzda}^{\text{linka}} \cdot T_o}} \cdot P_p = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{12,29 \cdot 7,5}} \cdot 3 = 628,5 \Rightarrow 629 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Plast}^{\text{linka}} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Plast}^{\text{linka}} \cdot T_o}} \cdot P_p = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{12,29 \cdot 7,5}} \cdot 3 = 864,3 \Rightarrow 628,5 \Rightarrow 629 \text{ min/1000 ks}$$

Norma podskupiny

$P_p = 1$ pracovník – Počet pracovníků v podskupině spon [–]

$T_o = 7,5$ h – Čas směny jednoho operátora [h]

T_v – Využitelný časový fond jedné směny [min]

$TT_x^{podskup}$ – Takt podskupiny brzd pro danou variantu výztuhy [s]

$$NORM_x^{podskup} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_x^{podskup} \cdot T_o}} \cdot P_p \text{ [min/1000 ks]}$$

$$NORM_{Zn+brzda}^{podskup} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Zn+brzda}^{podskup} \cdot T_o}} \cdot P_p = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{12,34 \cdot 7,5}} \cdot 1 = 210,3 \Rightarrow 211 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Zn}^{podskup} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Zn}^{podskup} \cdot T_o}} \cdot P_p = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{0 \cdot 7,5}} \cdot 1 \Rightarrow 0 \text{ min/1000} - \text{absence brzdy}$$

$$NORM_{Plast+brzda}^{podskup} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Plast+brzda}^{podskup} \cdot T_o}} \cdot P_p = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{8,28 \cdot 7,5}} \cdot 1 = 141,1 \Rightarrow 142 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Plast}^{podskup} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Plast}^{podskup} \cdot T_o}} \cdot P_p = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{0 \cdot 7,5}} \cdot 3 \Rightarrow 0 \text{ min/1000} - \text{absence brzdy}$$

Celková norma

$NORM_x^{linka}$ – Norma výrobní linky pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$NORM_x^{podskup}$ – Norma podskupiny brzd pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$$NORM_x = NORM_x^{linka} + NORM_x^{podskup} \text{ [min/1000 ks]}$$

$$NORM_{Zn+brzda} = NORM_{Zn+brzda}^{linka} + NORM_{Zn+brzda}^{podskup} = 669 + 211 = 880 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Zn} = NORM_{Zn}^{linka} + NORM_{Zn}^{podskup} = 707 + 0 = 707 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Plast+brzda} = NORM_{Plast+brzda}^{linka} + NORM_{Plast+brzda}^{podskup} = 629 + 142 = 771 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Plast} = NORM_{Plast}^{linka} + NORM_{Plast}^{podskup} = 629 + 0 = 629 \text{ min/1000 ks}$$

Kapacita směny – výrobní linka

$NORM_x^{linka}$ – Norma výrobní linky pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$Pp = 3$ pracovníci – Počet pracovníků [–]

$To = 7,5$ h – Čas směny jednoho operátora [h]

$$KAP_x^{linka} = \frac{60000}{NORM_x^{linka}} \cdot Pp \cdot To \text{ [ks]}$$

$$KAP_{Zn+brzda}^{linka} = \frac{60000}{NORM_{Zn+brzda}^{linka}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{669} \cdot 3 \cdot 7,5 = 2017,9 \Rightarrow 2017 \text{ ks}$$

$$KAP_{Zn}^{linka} = \frac{60000}{NORM_{Zn}^{linka}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{707} \cdot 3 \cdot 7,5 = 1909,5 \Rightarrow 1909 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast+brzda}^{linka} = \frac{60000}{NORM_{Plast+brzda}^{linka}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{629} \cdot 3 \cdot 7,5 = 2146,3 \Rightarrow 2146 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast}^{linka} = \frac{60000}{NORM_{Plast}^{linka}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{629} \cdot 3 \cdot 7,5 = 2146,3 \Rightarrow 2146 \text{ ks}$$

Kapacita směny – podskupina brzd

$NORM_x^{podskup}$ – Norma podskupiny brzd pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$Pp = 1$ pracovník – Počet pracovníků [–]

$To = 7,5$ h – Čas směny jednoho operátora [h]

$$KAP_x^{podskup} = \frac{60000}{NORM_x^{podskup}} \cdot Pp \cdot To \text{ [ks]}$$

$$KAP_{Zn+brzda}^{podskup} = \frac{60000}{NORM_{Zn+brzda}^{podskup}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{211} \cdot 1 \cdot 7,5 = 2132,7 \Rightarrow 2132 \text{ ks}$$

$$KAP_{Zn}^{podskup} = \frac{60000}{NORM_{Zn}^{podskup}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{0} \cdot 1 \cdot 7,5 \Rightarrow 0 \text{ ks} - \text{absence brzdy}$$

$$KAP_{Plast+brzda}^{podskup} = \frac{60000}{NORM_{Plast+brzda}^{podskup}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{142} \cdot 1 \cdot 7,5 = 3169,01 \Rightarrow 3169 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast}^{podskup} = \frac{60000}{NORM_{Plast}^{podskup}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{0} \cdot 1 \cdot 7,5 \Rightarrow 0 \text{ ks} - \text{absence brzdy}$$

Celková kapacita

KAP_x^{linka} – Norma výrobní linky pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$KAP_x^{podskup}$ – Norma podskupiny brzd pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$$KAP_x = \text{MIN} (NORM_x^{linka} ; NORM_x^{podskup}) \text{ [min/1000 ks]}$$

$$KAP_{Zn+brzda} = \text{MIN} (KAP_{Zn+brzda}^{linka} ; KAP_{Zn+brzda}^{podskup}) = \text{MIN} (2017 ; 2132) = 2017 \text{ ks}$$

$$KAP_{Zn} = \text{MIN} (KAP_{Zn}^{linka} ; KAP_{Zn}^{podskup}) = \text{MIN} (1909 ; -) = 1909 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast+brzda} = \text{MIN} (KAP_{Plast+brzda}^{linka} ; KAP_{Plast+brzda}^{podskup}) = \text{MIN} (2146 ; 3169) = 2146 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast} = \text{MIN} (KAP_{Plast}^{linka} ; KAP_{Plast}^{podskup}) = \text{MIN} (2146 ; -) = 2146 \text{ ks}$$

Vytížení operátorů

Op_{xy} – Čistý čas odpovídajícího operátora pro danou variantu výztuhy [s]

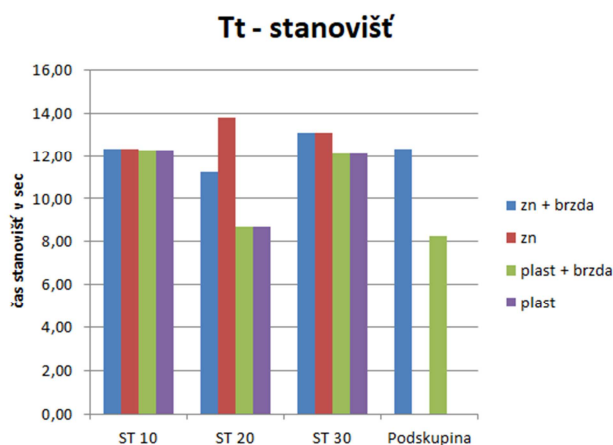
TT_x – Takt výrobní linky pro danou variantu výztuhy [s]

$$VYT_{Op_{x,y}} = \frac{Op_{x,y}}{TT_x} [-]$$

$$VYT_{Op1, Zn+brzda} = \frac{Op1_{Zn+brzda}}{TT_{Zn+brzda}} = \frac{12,33}{13,07} = 0,94 \Rightarrow 94\%$$

Tabulka 3 - Vytížení operátorů - Varianta C

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Op1	Op2	Op3	Op4
Zn + brzda	095, 101	23%	94%	86%	100%	94%
Zn	099	2%	89%	100%	95%	-
Plast + brzda	096, 098	70%	100%	71%	81%	67%
Plast	097	5%	100%	71%	81%	-



Obrázek 1- Takt jednotlivých stanovišť - Varianta C

Vážený takt

PV_x – Poměr výroby pro danou variantu výztuhy [–]

TT_x – Takt výrobní linky pro danou variantu výztuhy [s]

$$vTakt = \sum PV_x \cdot TT_x \text{ [s]}$$

$$vTakt = (PV_{Zn+brzda} \cdot TT_{Zn+brzda}) + (PV_{Zn} \cdot TT_{Zn}) + (PV_{Plast+brzda} \cdot TT_{Plast+brzda}) + (PV_{Plast} \cdot TT_{Plast})$$

$$vTakt = (0,23 \cdot 13,07) + (0,02 \cdot 13,82) + (0,7 \cdot 12,29) + (0,05 \cdot 12,29) = 12,50 \text{ s}$$

Vážená norma

PV_x – Poměr výroby pro danou variantu výztuhy [–]

$NORM_x$ – Norma výrobní linky pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$$vNORM = \sum PV_x \cdot NORM_x \text{ [min/1000 ks]}$$

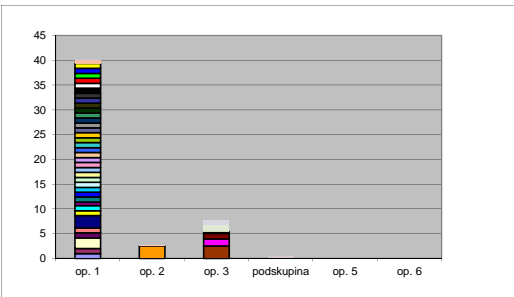
$$vNORM = (PV_{Zn+brzda} \cdot NORM_{Zn+brzda}) + (PV_{Zn} \cdot NORM_{Zn}) + (PV_{Plast+brzda} \cdot NORM_{Plast+brzda}) + (PV_{Plast} \cdot NORM_{Plast})$$

$$vNORM = (0,23 \cdot 880) + (0,02 \cdot 707) + (0,7 \cdot 771) + (0,05 \cdot 629) = 787,7 \text{ min/1000 ks}$$

Příloha č. 8

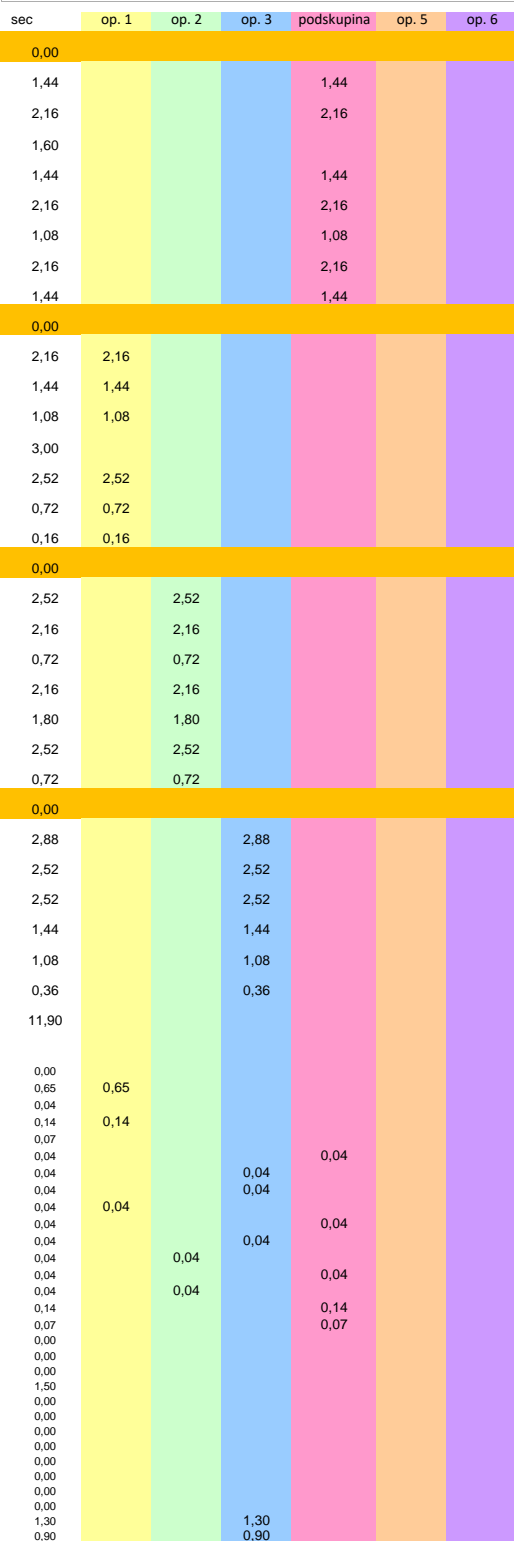
Basic MOST - Varianta D

Výrobek	Název výrobku: Volvo SPA 1 - LGB	
	Č. výkresu: varianta - zink. + brzda + KV/STD	
	Název operace: Montáž + kontrola	
	Č. pracoviště: 824501	
Stroj	Č. střediska: 30102660	VARIANTA D Typ stroje: Montáž + kontrola



Poznámky: "Zn+brzda" - Varianta D

P.č.	R	Popis	Se	Sekvence								Fr	TMU
OPERÁTOR - podskupina, ext.													
1	V	Vložit 2x závaží do zásobníku (vyjmutí a vložení síme)	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	1	40
2	V	Vložit páku do lisovacího přípravku	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	1	60
3	V	Procesní čas lisování závaží do páky - 1,6 s (měřeno)	V	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	A 0	0	0	0	0	0	1	0
4	V	Uchopit páku a založit do zakládání	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	1	40
5	V	Založit pružinu do beranu magnetické lože	V	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	1	60
6	R	Sjet do dolní úvratě ručního lisu - návrat automaticky	R	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0	0	0	0	0	1	30
7	V	Založit osičku	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	1	60
8	V	Odlóžit páku k ST30	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	1	40
OPERÁTOR - ST 10													
9	V	Vložit zinkovou sponu do zakládání přípravku	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	1	60
10	V	Vložit šroub do zakládání přípravku	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	1	40
11	R	tlačítko/suplík	R	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0	0	0	0	0	1	30
12	V	Čas šroubování šroubu spony - 3s + vyhodit	V	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	A 0	0	0	0	0	0	1	0
13	V	Zinkovou sponu naklínout do výztuhy	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	1	70
14	V	Odlóžit výztuhu k ST20	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	1	20
15	V	Vyjmut proklad z KLT	V	A 1 B 0 G 1	A 3 B 0 P 1	A 3	0	0	0	0	0	0,1	4,5
OPERÁTOR - ST 20													
16	V	Páku s pružinou vložit do výztuhy	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	1	70
17	V	Na brzdu nasadit páku brzdy a otočit do polohy (získání brzdy a páky síme)	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	1	60
18	V	polohovat brzdu s pákou	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	1	20
19	V	Získat výztuhu z odkládacího místa a páku s brzdou nasadit na pin a napohovat	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	1	60
20	V	Otočit páku s brzdou do polohy	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	1	50
21	V	Nasadit vložku na konec LGB	V	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	1	70
22	V	Odlóžit výztuhu k ST30	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	1	20
OPERÁTOR - ST 30													
23	V	Na páku cylindru nasadit pružinu (získání páky a pružiny síme)	V	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	1	80
24	V	Páku cylindru s pružinou vložit do výztuhy a zajistit	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	1	70
25	V	Vyjmut kus z KS a odlóžit do vývozního obalu	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 1	0	0	0	0	0	1	70
26	V	Vložit výztuhu do KS	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	1	40
27	R	Spustit tlačítkem KS	R	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0	0	0	0	0	1	30
28	V	Vložit proklad do vývozního balení	V	A 1 B 0 G 1	A 3 B 0 P 1	A 3	0	0	0	0	0	0,1	10
29	V	Procesní čas kontroly sestavy + šroubování - 11,9 s	V	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	A 0	0	0	0	0	0	1	0

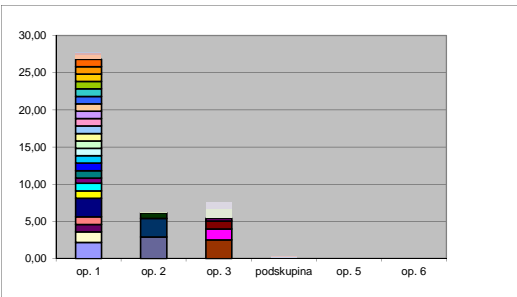


Doplňování materiálu a manipulace s obaly						
pořadí	název dílu	ST	obal	ks v obalu	poznámka	TMU
1						0,00
2	Výztuha-Dummy	ST 10	BHDSB642Z	40		18
3	Šroub	ST 10	art. 250X250x13	3000		1
4	Spona	ST 10	art. 300x200x15	90		4
5	Spona - Dummy	ST 10	BHDSB4315Z	170		2
6	Dvojitá pružina	ST 20	VM004328	1300		1
7	Páka cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	500		1
8	Pružina cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	5000		1
9	Šroub	ST 10	art. 295x190x10	1500		1
10	Závaží ST	ST 10	VM003147	300		1
11	Vložka	ST 10	VM004147	500		1
12	Páka brzdy	ST 30	BHDSB4315Z	1000		1
13	Osa	ST 20	BHDSB4315Z	700		1
14	Brzda	ST 30	art. 257x157x26	2500		1
15	Páka klíky	ST 10	BHDSB4322Z	100		4
16	Závaží KV	ST 10	VM003147	200		2
17						0,00
18						0,00
19						0,00
20	Manipulace montážní podskupina spony					1,50
21						0,00
22						0,00
23						0,00
24						0,00
25						0,00
26						0,00
27						0,00
x	připrava vývozních obalů					0,00
	výměna vývozního obalu, etiketa, skenování		EMB 780 - 16 ks v obalu - etiketa + proklad + skenování			36
	uložit vývozní obal na paletu (operátor / MR)		uložení obalu na PLT			25

STROJNÍ ČASY								POČET WT: 6 ks	
ST	POPIS	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.
10_1	Šroubování zinkové spony	4.1.18	3,00						
10_2	Lisování závaží do páky	4.1.18	1,60						
30_1	Kontrola pufferu + vložky	4.1.18	4,31						
30_2	Kontrola brzdy	4.1.18	3,13						
30_3	Kontrola + šroubování	4.1.18	11,90						
30_4	Mazání	4.1.18	8,76						
30_5	Značení	4.1.18	6,23						

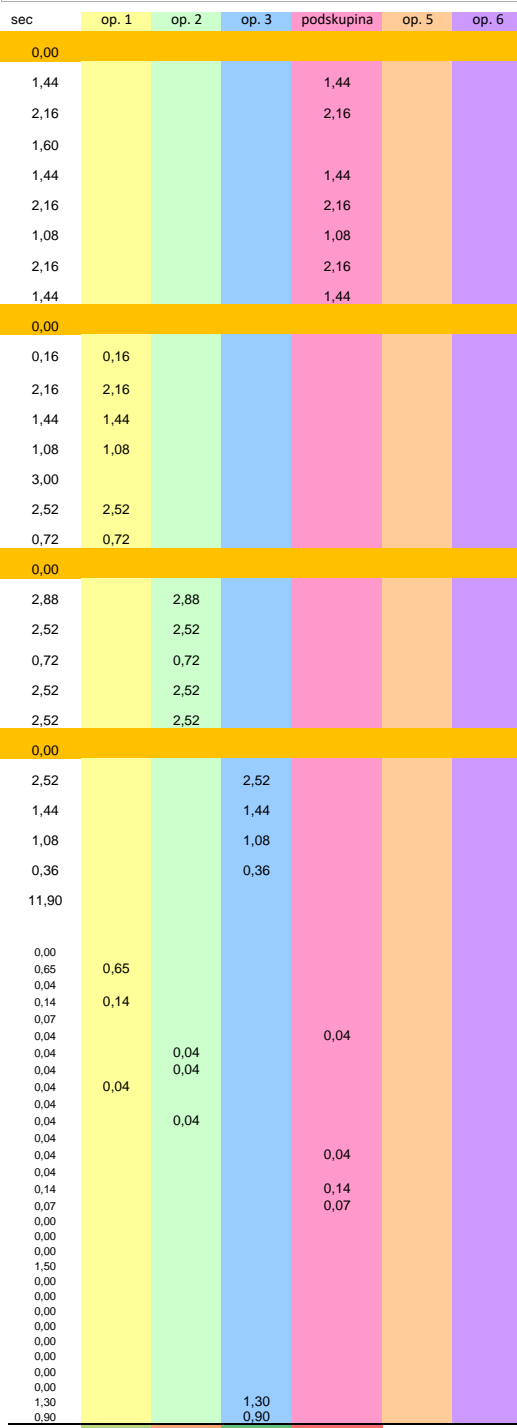
Celková spotřeba času: 0,78 minut / 46,89 sekund / 1303,54 TMU

Výrobek	Název výrobku: Volvo SPA 1 - LGB	Výpočet času manuální práce
	Č. výkresu: varianta - zink. + STD	
Stroj	Název operace: Montáž + kontrola	
	Č. pracoviště: 824501	
	Č. střediska: 30102660	
	Pracoviště: VARIANTA D	
	Typ stroje: Montáž + kontrola	



Poznámky: "Zn" - Varianta D

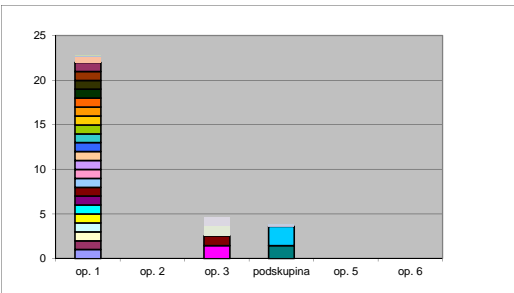
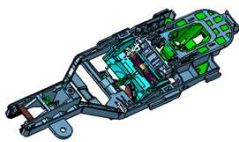
P.č.	R	Popis	Se	Sekvence										Fr	TMU	
OPERÁTOR - podskupina, ext.																
1	V	Vložit 2x závaží do zásobníku (vyjmutí a vložení síme)	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40
2	V	Vložit páku do lisovacího přípravku	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	60
3	V	Procesní čas lisování závaží do páky - 1,6 s (měřeno)	V	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
4	V	Uchopit páku a založit do zakládání	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40
5	V	Založit pružinu do beranu magnetické lože	V	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	60
6	R	Sjet do dolní úvratě ručního lisu - návrat automaticky	R	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	30
7	V	Založit osičku	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	60
8	V	Odloužit páku k ST30	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40
OPERÁTOR - ST 10																
9	V	Vyjmut proklad z KLT	V	A 1 B 0 G 1	A 3 B 0 P 1	A 3	0	0	0	0	0	0	0	0,1	4,5	
10	NT	Vložit šroub do zakládání přípravku	NT	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	T 0	A 0	B 0	P 0	A 0					1	60
11	V	Vložit zinkovou sponu do zakládání přípravku	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40
12	R	Tlačítko	R	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	30
13	V	Čas šroubování šroubu spony - 3s + vyhodit	V	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
14	V	Zinkovou sponu naklínout do výztuhy	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	70
15	V	Odloužit výztuhu k ST20	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
OPERÁTOR - ST 20																
16	V	Na páku cylindru nasadit pružinu (získání páky a pružiny síme)	V	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	80
17	V	Páku cylindru s pružinou vložit do výztuhy a zajistit	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	70
18	V	Odloužit výztuhu k ST30	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
19	V	Nasadit vložku na konec LGB	V	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	70
20	V	Páku s pružinou vložit do výztuhy	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	70
OPERÁTOR - ST 30																
21	V	Vyjmut kus z KS a odloužit do vývozního obalu	V	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	A 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	70
22	V	Vložit výztuhu do KS	V	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 3	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40
23	R	Spustit tlačítkem KS	R	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	30
24	V	Vložit proklad do vývozního balení	V	A 1 B 0 G 1	A 3 B 0 P 1	A 3	0	0	0	0	0	0	0	0,1	10	
25	V	Procesní čas kontroly sestavy + šroubování - 11,9	V	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	A 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0



pořadí	název dílu	ST	obal	ks v obalu	poznámka	TMU
1						0,00
2	Výztuha-Dummy	ST 10	BHDSB6427Z	40		18
3	Šroub	ST 10	art. 250X250x13	3000		1
4	Spona	ST 10	art. 300x200x15	90		4
5	Spona - Dummy	ST 10	BHDSB4315Z	170		2
6	Dvojitá pružina	ST 20	VM004328	1300		1
7	Páka cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	500		1
8	Pružina cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	5000		1
9	Šroub	ST 10	art. 295x190x10	1500		1
10	Závaží ST	ST 10	VM003147	300		1
11	Vložka	ST 10	VM004147	500		1
12	Páka brzdý	ST 30	BHDSB4315Z	1000		1
13	Osa	ST 20	BHDSB4315Z	700		1
14	Brzda	ST 30	art. 257x157x28	2500		1
15	Páka klíky	ST 10	BHDSB432ZZ	100		4
16	Závaží KV	ST 10	VM003147	200		2
17						0,00
18						0,00
19						0,00
20	Manipulace montážní podskupina spony					1,50
21						0,00
22						0,00
23						0,00
24						0,00
25						0,00
26						0,00
27						0,00
x	příprava vývozních obalů					0,00
	výměna vývozního obalu, etiketa, skenování			EMB 780 - 16 ks v obalu - etiketa + proklad + skenování		36
	uložení vývozní obal na paletu (operátor / MR)			uložení obalu na PLT		25

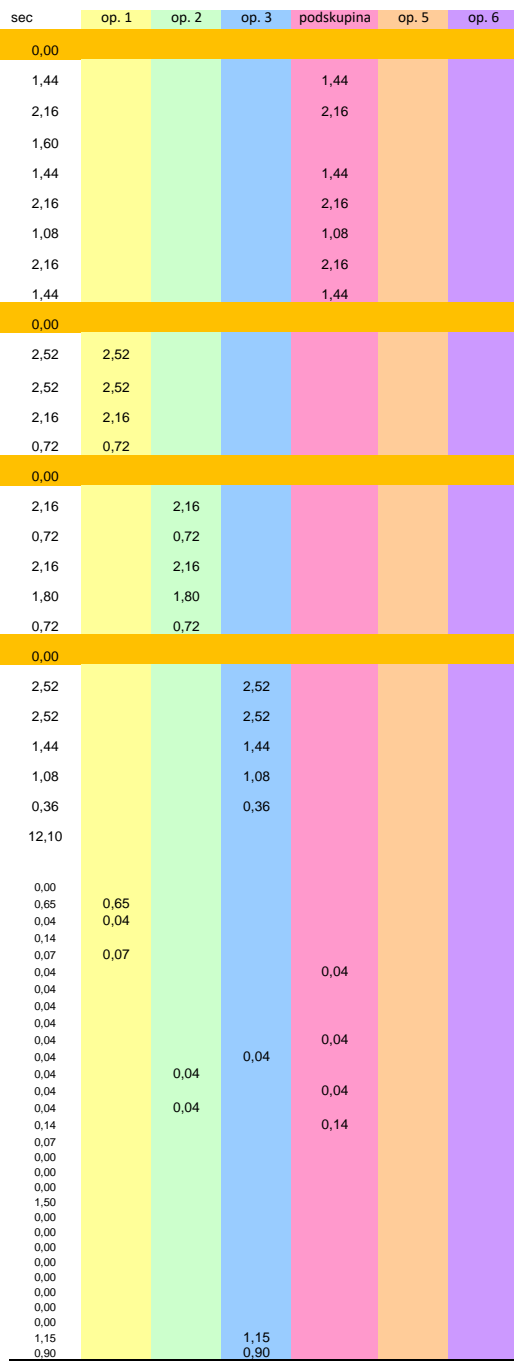
ST	POPIS	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	POČET WT:	6	KS
10_1	Šroubování zinkové spony	4.1.18	3,00											
10_2	Lisování závaží do páky	4.1.18	1,80											
30_1	Kontrola pufferu + vložky	4.1.18	4,31											
30_2														
30_3	Kontrola + šroubování	4.1.18	11,90											
30_4	Mazání	4.1.18	8,76											
30_5	Značení	4.1.18	6,23											
Celková spotřeba času:										0,67	39,94	1110,39		
										minut	sekund	TMU		

Výrobek	Název výrobku:	Volvo SPA 1 - LGB
	Č. výkresu:	varianta - plast + brzda + STD/KV
	Název operace:	Montáž + kontrola
	Č. pracoviště:	824501
Stroj	Č. střediska:	30102660
	Pracoviště:	VARIANTA D
Typ stroje:		Montáž + kontrola



Poznámky: "Plast+brzda" - Varianta D

P.č.	R	Popis	Se	Sekvence										Fr	TMU		
OPERÁTOR - podskupina, ext.																	
1	V	Vložit 2x závaží do zásobníku (vyjmutí a vložení síme)	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	1	40
2	V	Vložit páku do lisovacího přípravku	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	1	60
3	V	Procesní čas lisování závaží do páky - 1,6 s (měřeno)	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	1	0
4	V	Uchopit páku a založit do zakládání	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	1	40
5	V	Založit pružinu do beranu magnetické lože	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	1	60
6	R	Sjet do dolní úvratě ručního lisu - návrat automaticky	R	A	B	G	M	X	I	A	0	0	0	0	0	1	30
7	V	Založit osičku	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	1	60
8	V	Odloužit páku k ST30	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	1	40
OPERÁTOR - ST 10																	
9	V	Páku s pružinou vložit do výztuhy	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	1	70
10	NF	Natočit šroub do plastové spony (natočení 1 závit)	NF	A	B	G	A	B	P	F	A	B	P	A	0	1	70
11	V	Plastovou sponu položenou vložit do plastové výztuhy	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	1	60
12	V	Odloužit na následující pracoviště	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	1	20
OPERÁTOR - ST 20																	
13	V	Na brzdu nasadit páku brzdy a otočit do polohy (získání brzdy a páky síme)	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	1	60
14	V	polohovat brzdu s pákou	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	1	20
15	V	Získat výztuhu z odkládacího místa a páku s brzdou nasadit na pin a naplohotovat	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	1	60
16	V	Otočit páku s brzdou do polohy	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	1	50
17	V	Odloužit na následující pracoviště	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	1	20
OPERÁTOR - ST 30																	
18	V	Nasadit vložku na konec LGB	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	1	70
19	V	Vyjmout kus z KS a odložit do vývozního obalu	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	1	70
20	V	Vložit výztuhu do KS	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	1	40
21	R	Spustit tlačítkem KS	R	A	B	G	M	X	I	A	0	0	0	0	0	1	30
22	V	Vložit proklad do vývozního balení	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	0,1	10
23	V	Procesní čas kontroly sestavy + šroubování - 12,1 s	V	A	B	G	A	B	P	A	0	0	0	0	0	1	0



Doplnění materiálu a manipulace s obaly

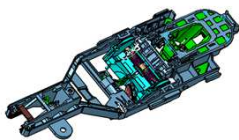
pořadí	název dílu	ST	obal	ks v obalu	poznámka	TMU
1						0,00
2	Výztuha-Dummy	ST 10	BHDSB6427Z	40		0,65
3	Šroub	ST 10	art. 250x250x13	3000		0,04
4	Spona	ST 10	art. 300x200x15	90		0,14
5	Spona - Dummy	ST 10	BHDSB4315Z	170		0,07
6	Dvojitá pružina	ST 20	VM004328	1300		0,04
7	Páka cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	500		0,04
8	Pružina cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	5000		0,04
9	Šroub	ST 10	art. 295x190x10	1500		0,04
10	Závaží ST	ST 10	VM003147	300		0,04
11	Vložka	ST 10	VM004147	500		0,04
12	Páka brzdy	ST 30	BHDSB4315Z	1000		0,04
13	Osa	ST 20	BHDSB4315Z	700		0,04
14	Brzda	ST 30	art. 257x157x26	2500		0,04
15	Páka kliky	ST 10	BHDSB4322Z	100		0,14
16	Závaží KV	ST 10	VM003147	200		0,07
17						0,00
18						0,00
19						0,00
20	Manipulace montážní podskupina spony					1,50
21						0,00
22						0,00
23						0,00
24						0,00
25						0,00
26						0,00
27						0,00
x	příprava vývozních obalů					0,00
	výměna vývozního obalu, etiketa, skenování			EMB 780 - 18 ks v obalu - etiketa + proklad + skenování		1,15
	uložit vývozní obal na paletu (operátor / MR)			uložení obalu na PLT		0,90

STROJNÍ ČASY								POČET WT: 6 ks	
ST	POPIS	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.
10_1	Šroubování zinkové spony	4.1.18	3,00						
10_2	Lisování závaží do páky	4.1.18	1,60						
30_1	Kontrola pufferu + vložky	4.1.18	4,31						
30_2									
30_3	Kontrola + šroubování	4.1.18	12,10						
30_4	Mazání	4.1.18	8,76						
30_5	Značení	4.1.18	6,23						

Celková spotřeba času:			0,64	38,45	1068,85
	minut	sekund	TMU		

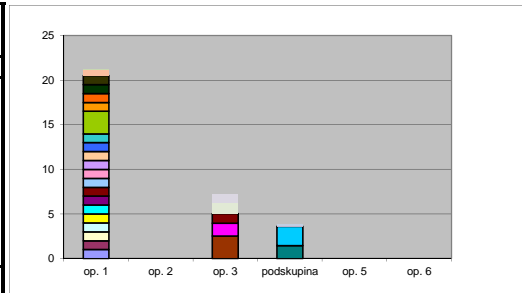
Výpočet času manuální práce

Výrobek
Název výrobku: Volvo SPA 1 - LGB
Č. výkresu: varianta - plast + STD
Název operace: Montáž + kontrola
Č. pracoviště: 824501
Č. střediska: 30102660

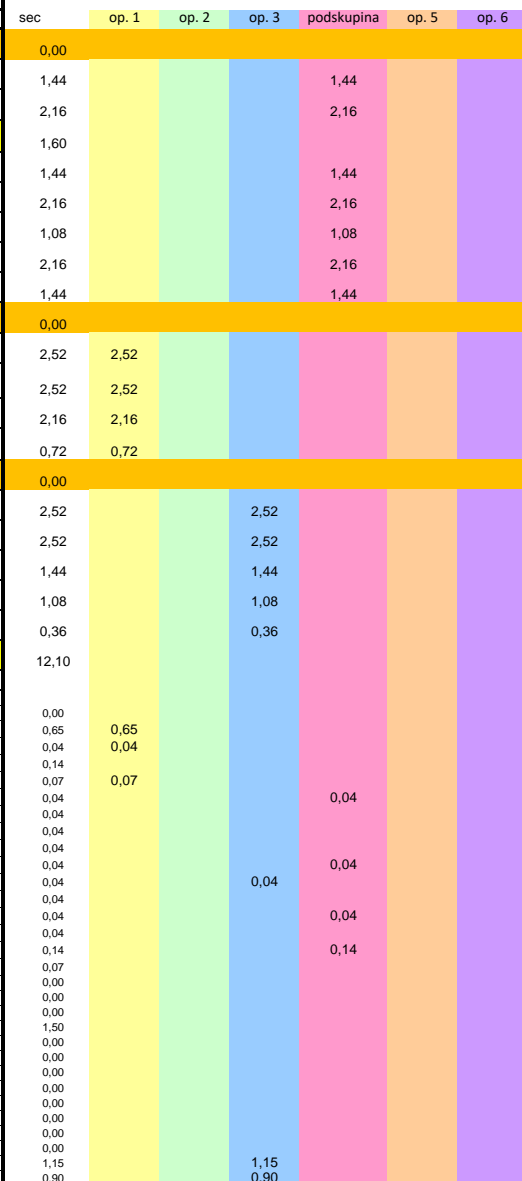


Stroj
Pracoviště: VARIANTA D
Typ stroje: Montáž + kontrola

Poznámky: "Plast" - Varianta D



P.č.	R	Popis	Se	Sekvence								Fr	TMU														
OPERÁTOR - podskupina, ext.																											
1	V	Vložit 2x závaží do zásobníku (vyjmutí a vložení sámo)	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	40				
2	V	Vložit páku do lisovacího přípravku	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	3	A	0	0	0	0	0	1	60				
3	V	Procesní čas lisování závaží do páky - 1,6 s (měřeno)	V	A	0	B	0	G	0	A	0	B	0	P	0	A	0	0	0	0	0	1	0				
4	V	Uchopit páku a založit do zakládání	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	40				
5	V	Založit pružinu do beranu magnetické lože	V	A	1	B	0	G	3	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	60				
6	R	Sjet do dolní úvratě ručního lisu - návrat automaticky	R	A	1	B	0	G	1	M	1	X	0	I	0	A	0	0	0	0	0	1	30				
7	V	Založit osičku	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	3	A	0	0	0	0	0	1	60				
8	V	Odlóžit páku k ST30	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	40				
OPERÁTOR - ST 10																											
9	V	Uchopit výztuhu + páku s pružinou vložit do výztuhy	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	70				
10	NF	Natožit šroub do plastové spony (natočení 1 závit)	NF	A	1	B	0	G	3	A	1	B	0	P	1	F	1	A	0	B	0	P	0	A	0	1	70
11	V	Plastovou sponu polohovaně vložit do plastové výztuhy	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	3	A	0	0	0	0	0	1	60				
12	V	Odlóžit výztuhu k ST30	V	A	0	B	0	G	0	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	20				
OPERÁTOR - ST 30																											
13	V	Nasadit vložku na konec LGB	V	A	1	B	0	G	3	A	1	B	0	P	1	A	0	0	0	0	0	1	70				
14	V	Vyjmut kus z KS a odložit do vývozního obalu	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	3	A	1	0	0	0	0	1	70				
15	V	Vložit výztuhu do KS	V	A	0	B	0	G	0	A	1	B	0	P	3	A	0	0	0	0	0	1	40				
16	R	Spustit tlačítkem KS	R	A	1	B	0	G	1	M	1	X	0	I	0	A	0	0	0	0	0	1	30				
17	V	Vložit proklad do vývozního balení	V	A	1	B	0	G	1	A	3	B	0	P	1	A	3	0	0	0	0	0,1	10				
18	V	Procesní čas kontroly sestavy + šroubování - 12,1 s	V	A	0	B	0	G	0	A	0	B	0	P	0	A	0	0	0	0	0	1	0				



Doplňování materiálu a manipulace s obaly

pořadí	název dílu	ST	obal	ks v obalu	poznámka	TMU
1						0,00
2	Výztuha-Dummy	ST 10	BHDSB6427Z	40		18
3	Šroub	ST 10	art. 250X250x13	3000		1
4	Spona	ST 10	art. 300x200x15	90		4
5	Spona - Dummy	ST 10	BHDSB4315Z	170		2
6	Dvojitá pružina	ST 20	VM004328	1300		1
7	Páka cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	500		1
8	Pružina cylindru	ST 20	BHDSB4315Z	5000		1
9	Šroub	ST 10	art. 295x190x10	1500		1
10	Závaží ST	ST 10	VM003147	300		1
11	Vložka	ST 10	VM004147	500		1
12	Páka brzd	ST 30	BHDSB4315Z	1000		1
13	Osa	ST 20	BHDSB4315Z	700		1
14	Brzda	ST 30	art. 257x157x26	2500		1
15	Páka klíky	ST 10	BHDSB4322Z	100		4
16	Závaží KV	ST 10	VM003147	200		2
17						0,00
18						0,00
19						0,00
20	Manipulace montážní podskupina spony					1,50
21						0,00
22						0,00
23						0,00
24						0,00
25						0,00
26						0,00
27						0,00
x	příprava vývozních obalů					0,00
	výměna vývozního obalu, etiketa, skenování		EMB 780 - 18 ks v obalu - etiketa + proklad + skenování			32
	uložit vývozní obal na paletu (operátor / MR)		uložení obalu na PLT			25

STROJNÍ ČASY

ST	POPIS	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	dat.měření	sec.	POČET WT:	KS
10_1	Šroubování zinkové spony	4.1.18	3,00										
10_2	Lisování závaží do páky	4.1.18	1,60										
30_1	Kontrola pufferu + vložky	4.1.18	4,31										
30_2													
30_3	Kontrola + šroubování	4.1.18	12,10										
30_4	Mazání	4.1.18	8,76										
30_5	Značení	4.1.18	6,23										
Celková spotřeba času:											0,51	30,82	856,68
											minut	sekund	TMU

Příloha č. 9

Výpočty - Varianta D

Analýza navržené varianty D

Na základě analýzy Basic MOST pro jednotlivé varianty vyráběných dveřních výztuh byly stanoveny časy trvání jednotlivých operací. Pro přehlednost jsou uvedeny v následující tabulce, kompletní zpracování analýz pro variantu D je uvedeno v Příloze č. 8.

Tabulka 1 - Čisté časy operátorů - Varianta D

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Op1 [s]	Op2 [s]	Op3 [s]	Op4 [s]
Zn + brzda	095, 101	23%	8,91	12,67	13,1	12,20
Zn	099	2%	8,91	11,27	7,6	12,17
Plast + brzda	096, 098	70%	8,68	7,63	10,01	12,13
Plast	097	5%	8,68	0	10,01	12,13

Některé časy jednotlivých operací jsou kratší, než strojní časy. Proto musí operátor v některých případech čekat na stroj. Tím se prodlužuje montážní čas na jednotlivých pracovištích. V následující tabulce jsou uvedeny celkové časy jednotlivých pracovišť, kde je zohledněno také čekání operátora na stroj, které je zvýrazněné.

Tabulka 2 - Časy stanovišť – Varianta D

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	ST10 [s]	ST20 [s]	ST30 [s]	PSK [s]
Zn + brzda	095, 101	23%	8,91	12,67	13,1	12,20
Zn	099	2%	8,91	11,27	11,90	12,17
Plast + brzda	096, 098	70%	8,68	7,63	12,10	12,13
Plast	097	5%	8,68	0	12,10	12,13

Takt výrobní linky

Jedná se o čas výroby na stanovišti, na kterém trvá montáž nejdelší dobu. Je to tedy čas, za který se při sériové montáži může očekávat výroba jednoho kusu. Takt výrobní linky je označován jako TT.

$$TT_x^{linka} = \text{MAX} (ST10_x; ST20_x; ST30_x) [s]$$

$$TT_{Zn+brzda}^{linka} = \text{MAX} (8,91; 12,67; 13,10) = 13,10 \text{ s}$$

$$TT_{Zn}^{linka} = \text{MAX} (8,91; 11,27; 11,90) = 11,90 \text{ s}$$

$$TT_{Plast+brzda}^{linka} = \text{MAX} (8,68; 7,63; 12,10) = 12,10 \text{ s}$$

$$TT_{Plast}^{linka} = \text{MAX} (8,68; 0; 12,10) = 12,10 \text{ s}$$

Takt podskupiny páky

$$TT_x^{podskup} = PSK_x [s]$$

$$TT_{Zn+brzda}^{podskup} = PSK_{Zn+brzda} = 12,20 \text{ s}$$

$$TT_{Zn}^{podskup} = PSK_{Zn} = 12,17 \text{ s}$$

$$TT_{Plast+brzda}^{podskup} = PSK_{Plast+brzda} = 12,13 \text{ s}$$

$$TT_{Plast}^{podskup} = PSK_{Plast} = 12,13 \text{ s}$$

Celkový takt

$$TT_x^{linka} - \text{Takt výrobní linky pro danou variantu výztuhy [s]}$$

$$TT_x^{podskup} - \text{Takt podskupiny páky pro danou variantu výztuhy [s]}$$

$$TT_x = \text{MAX} (TT_x^{linka}; TT_x^{podskup}) [s]$$

$$TT_{Zn+brzda} = \text{MAX} (TT_{Zn+brzda}^{linka}; TT_{Zn+brzda}^{podskup}) = \text{MAX} (13,10; 12,20) = 13,10 \text{ s}$$

$$TT_{Zn} = \text{MAX} (TT_{Zn}^{linka}; TT_{Zn}^{podskup}) = \text{MAX} (11,90; 12,17) = 12,17 \text{ s}$$

$$TT_{Plast+brzda} = \text{MAX} (TT_{Plast+brzda}^{linka}; TT_{Plast+brzda}^{podskup}) = \text{MAX} (12,10; 12,13) = 12,13 \text{ s}$$

$$TT_{Plast} = \text{MAX} (TT_{Plast}^{linka}; TT_{Plast}^{podskup}) = \text{MAX} (12,10; 12,13) = 12,13 \text{ s}$$

Využitelný časový fond

Pod tímto pojmem se rozumí výrobní čas, který je možné využít během jedné směny. Od čistého času směny jsou zde odečteny pouze zákonem stanovené přestávky. Ostatní neproduktivní časy, mezi které patří například úklid, změna vyráběného typu výztuhy nebo sepsání karty chyb, se ve společnosti WITTE Automotive účtují zvlášť. Proto se neprojeví ve snížení využitelného časového fondu. Čas směny jednoho operátora je 7,5 hodiny. Do času směny operátora se nezapočítává neplacená pauza na oběd, která trvá 30 minut.

$$T_o = 7,5 \text{ h} - \text{Čas směny jednoho operátora [h]}$$

$$T_p = 10 \text{ min} - \text{Čas zákonem stanovených přestávek [min]}$$

$$T_v = 60 \cdot T_o - T_p \text{ [min]}$$

$$T_v = 60 \cdot T_o - T_p = 60 \cdot 7,5 - 10 = 440 \text{ min}$$

Norma výrobní linky

$P_p = 3$ pracovníci – pro výztuhy: Zn + brzda; Zn; Plast + brzda

$P_p = 2$ pracovníci – pro výztuhy: Plast

$$T_o = 7,5 \text{ h} - \text{Čas směny jednoho operátora [h]}$$

T_v – Využitelný časový fond jedné směny [min]

TT_x^{linka} – Takt výrobní linky pro danou variantu výztuhy [s]

$$NORM_x^{\text{linka}} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_x^{\text{linka}} \cdot T_o}} \cdot P_p \text{ [min/1000 ks]}$$

$$NORM_{Zn+brzda}^{\text{linka}} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Zn+brzda}^{\text{linka}} \cdot T_o}} \cdot P_p = \frac{60000}{440 \cdot 60} \cdot 3 = 669,9 \Rightarrow 670 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Zn}^{\text{linka}} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Zn}^{\text{linka}} \cdot T_o}} \cdot P_p = \frac{60000}{440 \cdot 60} \cdot 3 = 608,5 \Rightarrow 609 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Plast+brzda}^{\text{linka}} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Plast+brzda}^{\text{linka}} \cdot T_o}} \cdot P_p = \frac{60000}{440 \cdot 60} \cdot 3 = 618,8 \Rightarrow 619 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Plast}^{\text{linka}} = \frac{60000}{\frac{T_v \cdot 60}{TT_{Plast}^{\text{linka}} \cdot T_o}} \cdot P_p = \frac{60000}{440 \cdot 60} \cdot 2 = 412,5 \Rightarrow 413 \text{ min/1000 ks}$$

Norma podskupiny

$Pp = 1$ pracovník – Počet pracovníků v podskupině spon [–]

$To = 7,5$ h – Čas směny jednoho operátora [h]

Tv – Využitelný časový fond jedné směny [min]

$TT_x^{podskup}$ – Takt podskupiny páky pro danou variantu výztuhy [s]

$$NORM_x^{podskup} = \frac{60000}{\frac{Tv \cdot 60}{TT_x^{podskup} \cdot To}} \cdot Pp \text{ [min/1000 ks]}$$

$$NORM_{Zn+brzda}^{podskup} = \frac{60000}{\frac{Tv \cdot 60}{TT_{Zn+brzda}^{podskup} \cdot To}} \cdot Pp = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{12,2 \cdot 7,5}} \cdot 1 = 207,9 \Rightarrow 208 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Zn}^{podskup} = \frac{60000}{\frac{Tv \cdot 60}{TT_{Zn}^{podskup} \cdot To}} \cdot Pp = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{12,17 \cdot 7,5}} \cdot 1 = 207,4 \Rightarrow 208 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Plast+brzda}^{podskup} = \frac{60000}{\frac{Tv \cdot 60}{TT_{Plast+brzda}^{podskup} \cdot To}} \cdot Pp = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{12,10 \cdot 7,5}} \cdot 1 = 206,8 \Rightarrow 207 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Plast}^{podskup} = \frac{60000}{\frac{Tv \cdot 60}{TT_{Plast}^{podskup} \cdot To}} \cdot Pp = \frac{60000}{\frac{440 \cdot 60}{12,10 \cdot 7,5}} \cdot 1 = 206,8 \Rightarrow 207 \text{ min/1000 ks}$$

Celková norma

$NORM_x^{linka}$ – Norma výrobní linky pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$NORM_x^{podskup}$ – Norma podskupiny páky pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$$NORM_x = NORM_x^{linka} + NORM_x^{podskup} \text{ [min/1000 ks]}$$

$$NORM_{Zn+brzda} = NORM_{Zn+brzda}^{linka} + NORM_{Zn+brzda}^{podskup} = 670 + 208 = 878 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Zn} = NORM_{Zn}^{linka} + NORM_{Zn}^{podskup} = 609 + 208 = 817 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Plast+brzda} = NORM_{Plast+brzda}^{linka} + NORM_{Plast+brzda}^{podskup} = 619 + 207 = 826 \text{ min/1000 ks}$$

$$NORM_{Plast} = NORM_{Plast}^{linka} + NORM_{Plast}^{podskup} = 413 + 207 = 620 \text{ min/1000 ks}$$

Kapacita směny – výrobní linka

$NORM_x^{linka}$ – Norma výrobní linky pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$Pp = 3$ pracovníci – pro výztuhy: Zn + brzda; Zn; Plast + brzda

$Pp = 2$ pracovníci – pro výztuhy: Plast

$To = 7,5$ h – Čas směny jednoho operátora [h]

$$KAP_x^{linka} = \frac{60000}{NORM_x^{linka}} \cdot Pp \cdot To \text{ [ks]}$$

$$KAP_{Zn+brzda}^{linka} = \frac{60000}{NORM_{Zn+brzda}^{linka}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{670} \cdot 3 \cdot 7,5 = 2014,9 \Rightarrow 2014 \text{ ks}$$

$$KAP_{Zn}^{linka} = \frac{60000}{NORM_{Zn}^{linka}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{609} \cdot 3 \cdot 7,5 = 2216,8 \Rightarrow 2216 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast+brzda}^{linka} = \frac{60000}{NORM_{Plast+brzda}^{linka}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{619} \cdot 3 \cdot 7,5 = 2180,9 \Rightarrow 2180 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast}^{linka} = \frac{60000}{NORM_{Plast}^{linka}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{413} \cdot 2 \cdot 7,5 = 2179,2 \Rightarrow 2179 \text{ ks}$$

Kapacita směny – podskupina páky

$NORM_x^{podskup}$ – Norma podskupiny páky pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$Pp = 1$ pracovník – Počet pracovníků [-]

$To = 7,5$ h – Čas směny jednoho operátora [h]

$$KAP_x^{podskup} = \frac{60000}{NORM_x^{podskup}} \cdot Pp \cdot To \text{ [ks]}$$

$$KAP_{Zn+brzda}^{podskup} = \frac{60000}{NORM_{Zn+brzda}^{podskup}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{208} \cdot 1 \cdot 7,5 = 2163,5 \Rightarrow 2163 \text{ ks}$$

$$KAP_{Zn}^{podskup} = \frac{60000}{NORM_{Zn}^{podskup}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{208} \cdot 1 \cdot 7,5 = 2163,5 \Rightarrow 2163 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast+brzda}^{podskup} = \frac{60000}{NORM_{Plast+brzda}^{podskup}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{207} \cdot 1 \cdot 7,5 = 2173,9 \Rightarrow 2173 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast}^{podskup} = \frac{60000}{NORM_{Plast}^{podskup}} \cdot Pp \cdot To = \frac{60000}{207} \cdot 1 \cdot 7,5 = 2173,9 \Rightarrow 2173 \text{ ks}$$

Celková kapacita

KAP_x^{linka} – Norma výrobní linky pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$KAP_x^{podskup}$ – Norma podskupiny páky pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$$KAP_x = \text{MIN} (NORM_x^{linka} ; NORM_x^{podskup}) \text{ [min/1000 ks]}$$

$$KAP_{Zn+brzda} = \text{MIN} (KAP_{Zn+brzda}^{linka} ; KAP_{Zn+brzda}^{podskup}) = \text{MIN} (2014 ; 2163) = 2014 \text{ ks}$$

$$KAP_{Zn} = \text{MIN} (KAP_{Zn}^{linka} ; KAP_{Zn}^{podskup}) = \text{MIN} (2216 ; 2163) = 2163 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast+brzda} = \text{MIN} (KAP_{Plast+brzda}^{linka} ; KAP_{Plast+brzda}^{podskup}) = \text{MIN} (2174 ; 3435) = 2174 \text{ ks}$$

$$KAP_{Plast} = \text{MIN} (KAP_{Plast}^{linka} ; KAP_{Plast}^{podskup}) = \text{MIN} (2174 ; 3435) = 2174 \text{ ks}$$

Vytížení operátorů

Op_{xy} – Čistý čas odpovídajícího operátora pro danou variantu výztuhy [s]

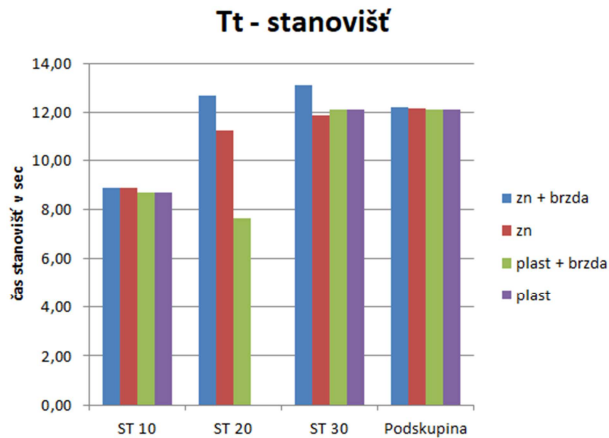
TT_x – Takt výrobní linky pro danou variantu výztuhy [s]

$$VYT_{Op_{x, y}} = \frac{Op_{xy}}{TT_x} [-]$$

$$VYT_{Op1, Zn+brzda} = \frac{Op1_{Zn+brzda}}{TT_{Zn+brzda}} = \frac{8,91}{13,1} = 0,68 \Rightarrow 68\%$$

Tabulka 3 - Vytížení operátorů - Varianta D

Varianta	Výztuha	Poměr výroby	Op1	Op2	Op3	Op4
Zn + brzda	095, 101	23%	68%	97%	100%	93%
Zn	099	2%	73%	93%	62%	100%
Plast + brzda	096, 098	70%	72%	63%	83%	100%
Plast	097	5%	72%	-	83%	100%



Obrázek 1- Takt jednotlivých stanovišť - Varianta D

Vážený takt

PV_x – Poměr výroby pro danou variantu výztuhy [–]

TT_x – Takt výrobní linky pro danou variantu výztuhy [s]

$$vTakt = \sum PV_x \cdot TT_x \text{ [s]}$$

$$vTakt = (PV_{Zn+brzda} \cdot TT_{Zn+brzda}) + (PV_{Zn} \cdot TT_{Zn}) + (PV_{Plast+brzda} \cdot TT_{Plast+brzda}) + (PV_{Plast} \cdot TT_{Plast})$$

$$vTakt = (0,23 \cdot 13,10) + (0,02 \cdot 12,17) + (0,7 \cdot 12,13) + (0,05 \cdot 12,13) = 12,35 \text{ s}$$

Vážená norma

PV_x – Poměr výroby pro danou variantu výztuhy [–]

$NORM_x$ – Norma výrobní linky pro danou variantu výztuhy [min/1000 ks]

$$vNORM = \sum PV_x \cdot NORM_x \text{ [min/1000 ks]}$$

$$vNORM = (PV_{Zn+brzda} \cdot NORM_{Zn+brzda}) + (PV_{Zn} \cdot NORM_{Zn}) + (PV_{Plast+brzda} \cdot NORM_{Plast+brzda}) + (PV_{Plast} \cdot NORM_{Plast})$$

$$vNORM = (0,23 \cdot 878) + (0,02 \cdot 817) + (0,7 \cdot 826) + (0,05 \cdot 620) = 827,5 \text{ min/1000 ks}$$