

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2007/2008

JIŘÍ ČERNÝ

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Bakalářský studijní program: B2341 Strojírenství

Zaměření: Řízení výroby

Racionalizace montáže výparníku DC W204LL

Rationalization of assembly of evaporator DC W204LL

KOM – 1080

JIŘÍ ČERNÝ

Vedoucí práce: Ing. Jiří Lubina, Ph.D., KOM

Konzultant: Ing. Pavel Černovský, Behr Czech s.r.o.

Počet stran: 44

Počet příloh

a tabulek: 3

Počet obrázků: 54

Počet modelů: -

nebo jiných příloh: -

Datum odevzdání: 22.5.2008

RACIONALIZACE MONTÁŽE VÝPARNÍKU DC W204LL

ANOTACE:

Práce se zabývá racionalizací výrobní linky. Analyzuje čas výrobku a čas pracovníků. Navrhuje nové uspořádání výrobní linky a úpravu pracovišť.

RATIONALIZATION OF ASSEMBLY OF EVAPORATOR DC W204LL

ANNOTATION:

This work deals with rationalization of production line. It analyses product time and time of workers and suggests rearrangement of production line and modification of workplaces.

Klíčová slova: RACIONALIZACE, MONTÁŽ, ANALÝZA

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 2008

Archivní označ. Zprávy:

Počet stran: 44

Počet příloh: 3

Počet obrázků: 54

Počet tabulek: -

Počet diagramů: -

MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

Místopřísežně prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího a konzultanta.

V Liberci, 22.5.2008

.....
Jiří Černý



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Studijní rok : 2007 / 2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení : **Jiří Černý**
Studijní program : B2341 Strojírenství
Obor : 2301R030 Výrobní systémy
Zaměření : Řízení výroby

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

Racionalizace montáže výparníku DC W204 LL

Zásady pro vypracování :

(uveďte hlavní cíle bakalářské práce a doporučené metody pro vypracování)

1. Seznámení s funkcí klimatizace a s provedením výrobku DC W204 LL.
2. Seznámení se současným stavem montáže výparníku.
3. Analýza montážního procesu.
4. Návrhy racionalizace montáže.
5. Rozpracování vybraného návrhu – případová studie.
6. Shnutí poznatků. Ekonomické hodnocení.

Forma zpracování bakalářské práce:

- průvodní zpráva: cca 30 – 40 stran textu
- grafické práce: dle potřeby

Seznam literatury (uveďte doporučenou odbornou literaturu):

1. ZELENKA,A., PRECLÍK,V., HANINGER,M. *Projektování procesů obrábění a montáží*. Praha, ČVUT 1999, ISBN 80-01-02013-4, skriptum
2. VASILKO,K.,HRUBÝ,J.,LIPTÁK,J. *Technológia obrábania a montáže*. Alfa, Bratislava. 1991, 1.vyd., 494 str., ISBN 890-05-00807-4
3. DUŠÁK,K. *Technologie montáže*. Liberec, TUL 2005, ISBN 80-7083-906-6, skriptum, 113 str.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Lubina Ph.D.

Konzultant: Ing. Pavel Černovský, Industrial engineer, Behr Czech s.r.o.

L.S.

Doc. Ing. Jan Jersák, CSc.
vedoucí katedry obrábění a montáže

Prof. Ing. Petr Louda, CSc.
děkan

V Liberci, dne 18.2. 2008

Platnost zadání bakalářské práce je 15 měsíců od výše uvedeného data (v uvedené lhůtě je třeba podat přihlášku ke SZZ). Termíny odevzdání bakalářské práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.

1. SEZNÁMENÍ S FUNKCÍ KLIMATIZACE A S PROVEDENÍM VÝROBKU	8
1.1. ZÁMĚR PRÁCE	8
1.2. SEZNÁMENÍ S FUNKCÍ KLIMATIZACE	8
1.2.1. FUNKCE AUTOKLIMATIZACE	8
1.2.2. PROČ KLIMATIZACE?	10
1.2.3. NEGATIVNÍ VLASTNOSTI AUTOKLIMATIZACE	10
1.3. SEZNÁMENÍ S FUNKCÍ VÝPARNÍKU	11
1.4. PROVEDENÍ DC W204LL	12
2. SEZNÁMENÍ SE SOUČASNÝM STAVEM MONTÁŽE VÝPARNÍKU	13
2.1. SEZNÁMENÍ S ROZLOŽENÍM MONTÁŽE	13
2.2. ROZPRACOVÁNÍ ČINNOSTÍ NA JEDNOTLIVÝCH PRACOVIŠTÍCH	13
2.2.1. PRACOVIŠTĚ PŘEDMONTÁŽE EXP. VENTILU	13
2.2.2. MONTÁŽ EXP. VENTILU	14
2.2.3. ZALOŽENÍ VÝPARNÍKŮ DO ZKOUŠKY TĚSNOSTI	15
2.2.4. KONTROLA POZICE EXP. VENTILU	15
2.2.5. LEPENÍ ASFALTOVÉ PÁSKY	16
2.2.6. NAsAZENÍ PLASTOVÝCH BOČNÍCH DÍLŮ	17
3. ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU MONTÁŽE	18
3.1. METODA MTM	18
3.1. ANALYZOVANÉ OBLASTI	18
3.1. TAKT VÝROBKU	20
4. TEORETICKÁ VÝCHODISKA K ŘEŠENÝM PROBLÉMŮM	21
4.1. ERGONOMIKA	21
4.2. LEAN PRODUCTION	22
4.2.1. PŘÍNOSY ŠTÍHLÉ PRODUKCE	22
4.2.2. LEAN PRODUCTION VE ZKRATCE	23
4.2.3. CHYBY, KTERÉ SE BĚŽNĚ VYSKYTUJÍ	23
4.2.4. PRINCIPY, TECHNIKY A POJMY – TEORETICKÁ VÝCHODISKA	23
4.3. NÁVRHY RACIONALIZACE MONTÁŽE	28
5. ROZPRACOVÁNÍ VYBRANÉHO NÁVRHU – PŘÍPADOVÁ STUDIE	30
5.1. STANOVENÍ CÍLE A PŘEDPOKLADY JEHO SPLNĚNÍ	30
5.1.1. STANOVENÉ CÍLE	30
5.1.2. PŘEDPOKLADY A ŘEŠENÍ ÚKOLU	30
5.1.3. ZMĚNY V LAY-OUTU	32
5.2. ROZPRACOVÁNÍ ZMĚN NA JEDNOTLIVÝCH PRACOVIŠTÍCH	33
5.2.1. PRACOVIŠTĚ PŘEDMONTÁŽE	33
5.2.2. MONTÁŽ EXP. VENTILU	34
5.2.3. HE ZKOUŠKA TĚSNOSTI	34
5.2.4. PRACOVIŠTĚ KONTROLY POZICE EXP. VENTILU	35
5.2.5. PRACOVIŠTĚ LEPENÍ ASFALTOVÉ PÁSKY	35
5.2.6. BEDNA JAKO VÝSTUP Z PROCESU	36
5.3. ANALÝZA RACIONALIZOVANÉ MONTÁŽE	36
5.3.1. ANALÝZA ČASU PRACOVNÍKA A ČASU VÝROBKU	36
6. EKONOMICKÉ HODNOCENÍ. SHRUTÍ POZNATKŮ	38
6.1. EKONOMICKÉ HODNOCENÍ PROJEKTU	38
6.2. VÝSLEDKY PROJEKTU	38
6.2.1. SPLNĚNÍ ZADANÉHO CÍLE	38
6.2.2. POROVNÁNÍ STAVU MONTÁŽE PŘED A PO RACIONALIZACI	39

Seznam použitých zkratek a symbolů

%	procenta
ABC	Aktivita Based Costing
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
BP	Bakalářská práce
cca	cirka
cm	centimetr
exp.	expanzní
He	helium
hod	hodina
I.O.	shodný výrobek
JIS	Just In Sequence
JIT	Just In Time
Kč	korun českých
kg	kilogram
ks	kus
min	minuta
MTM	univerzální rozborový systém
MU5	Multi Pack
např.	například
obr.	obrázek
OPA	operátor linky A
OPB	operátor linky B
OPC	operátor linky C
OPD	operátor linky D
OPE	operátor linky E
PBD	plastový boční díl
PDCA	Plan/Do/Check/Act
PU	polyuretan
ROI	Return On Investment
s	sekunda

s.r.o.	společnost s ručením omezeným
tj.	to jezd
TPM	Total Productive Maintanance
TPS	Toyota Productive System
TQM	Total Quality Management
tzn.	to znamená
tzv.	tak zvané
viz.	vizualizace
VP	výparník

1. SEZNÁMENÍ S FUNKCÍ KLIMATIZACE A S PROVEDENÍM VÝROBKU

1.1. ZÁMĚR PRÁCE

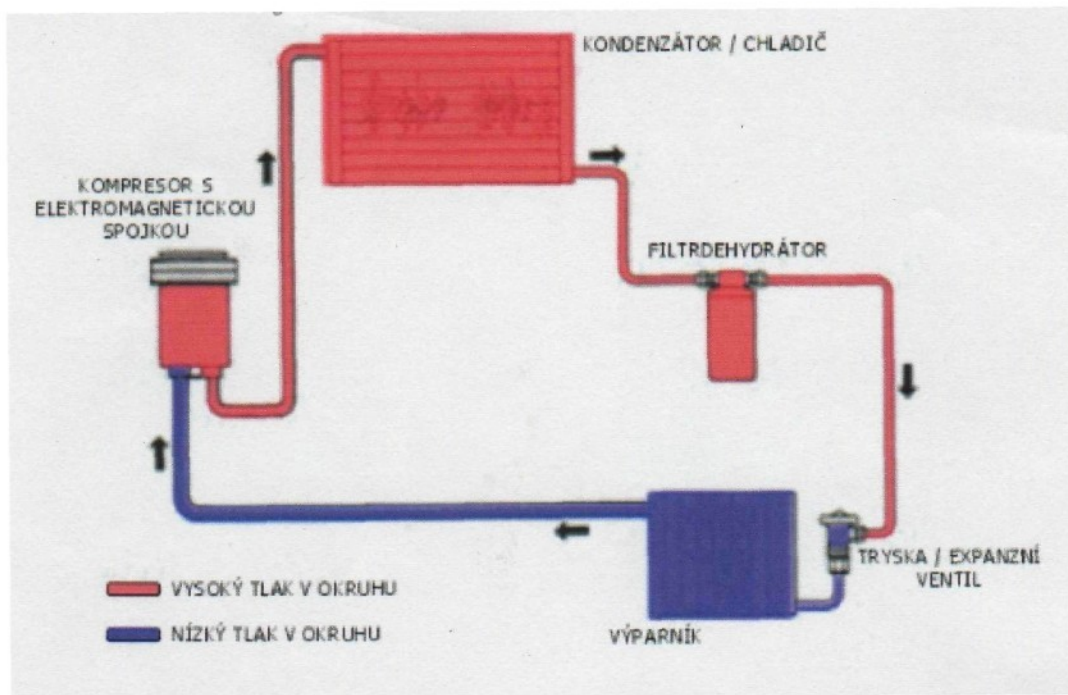
Záměrem této práce je racionalizovat montážní linku a pokud možno snížit počet operátorů linky.

1.2. SEZNÁMENÍ S FUNKCÍ KLIMATIZACE

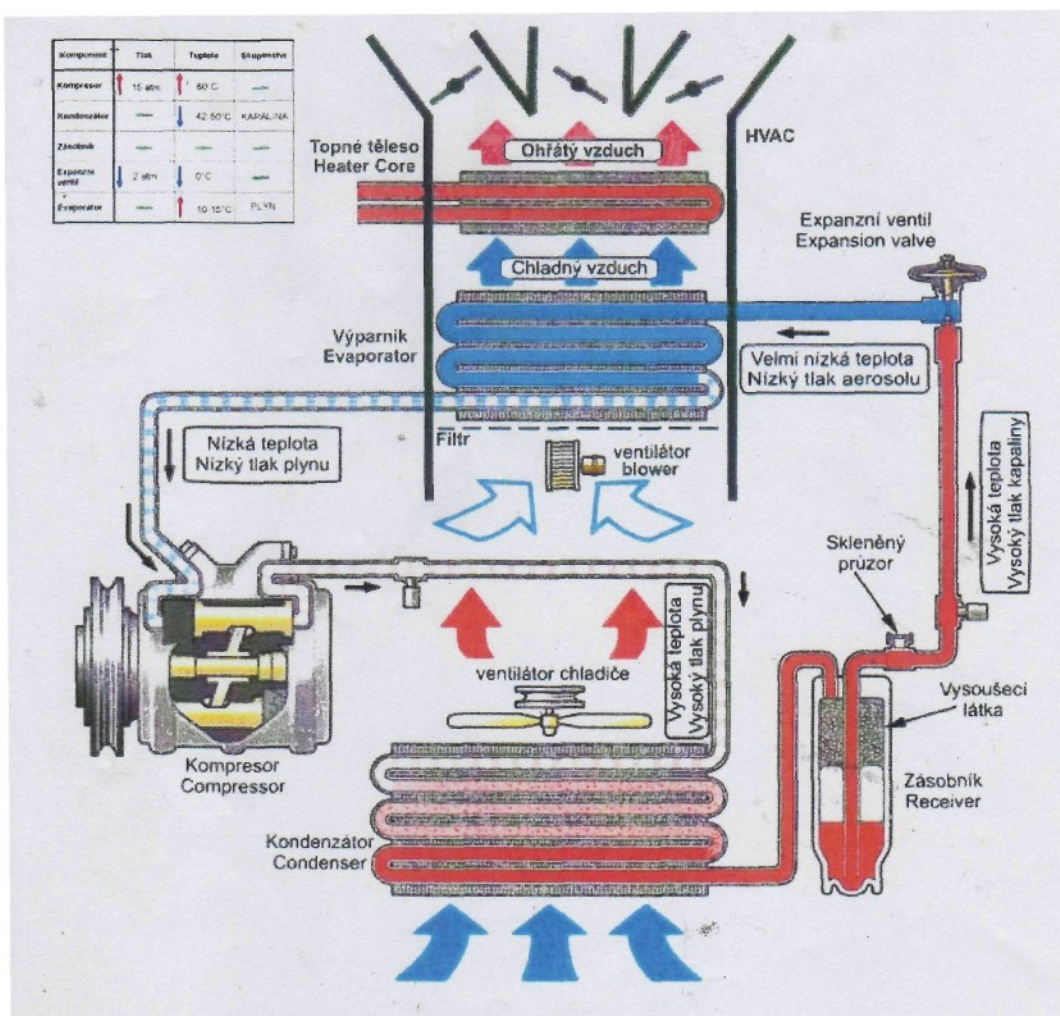
1.2.1. FUNKCE AUTOKLIMATIZACE

Jak vlastně funguje taková klimatizace v autě? V první řadě je potřeba si uvědomit, že klimatizace chlad nevyrábí, pouze předává teplo z jednoho prostředí do druhého. Princip se dá přirovnat k ledničce, jakou máme všichni doma. Využívá vlastností chladicího média, které v závislosti na tlaku a teplotě přechází mezi kapalnou a plynnou fází. Tento přechod mezi kapalinou a plynem je spojen s velkým množstvím tepla. Za normálního tlaku a teploty je chladicí médium v plynném stavu. Jestliže chladivo stlačíme na vysoký tlak, dojde k jeho značnému zahřátí. Proto se musí ochladit v chladiči klimatizace (tzv. kondenzátoru). Tím předáme teplo okolí a chladicí médium přechází do kapalného stavu. Jestliže do okruhu zařadíme trysku, která zajistí nejužší místo v okruhu klimatizace, dojde za tryskou k prudkému poklesu tlaku, a chladicí médium přechází zpět do plynného stavu a rapidně klesá teplota. To je využito k ochlazení vzduchu uvnitř vozidla v tzv. výparníku. Ve výparníku je plynné chladivo zahřáto na „normální“ teplotu a vstupuje zpět do kompresoru.

Autoklimatizace je vysokotlaké zařízení. O vysoký tlak v okruhu klimatizace se stará kompresor. Ten je přes elektromagnetickou spojku spojen s motorem, který jej rotočí. Kromě chladiva je v okruh obsaženo přesné množství speciálního oleje, zajišťujícího dokonalé mazání kompresoru. Bez něj se kompresor už po několika okamžicích poškodí a může to skončit jeho úplným zadřením.



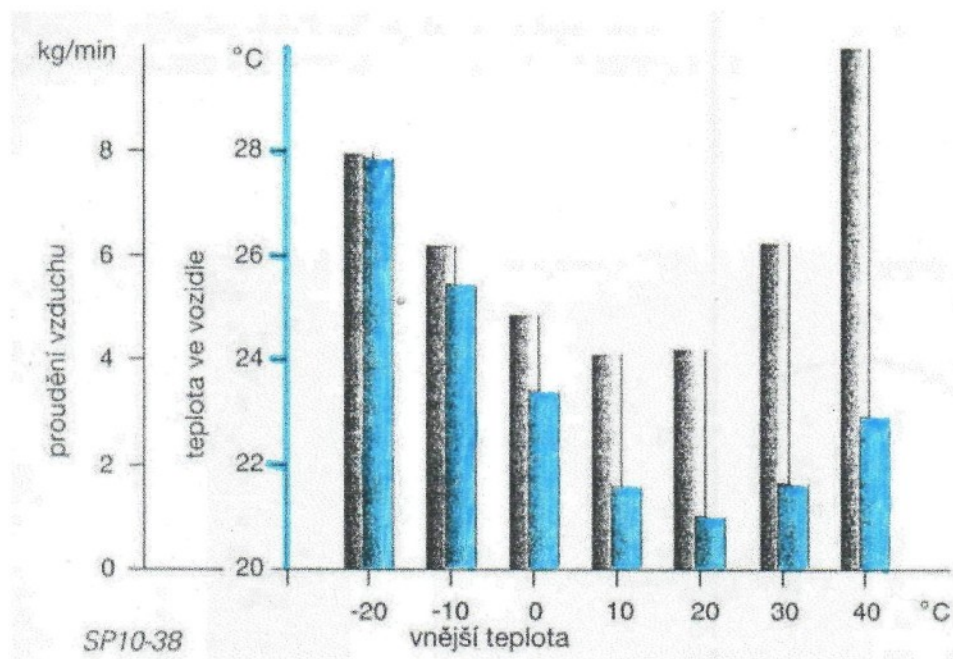
obr.1.1



obr.1.2

1.2.2. PROČ KLIMATIZACE?

Člověk se při určité teplotě okolí a vlhkosti vzduchu cítí dobře. Takovíto stav vnímá jako pohodu. Dobrá nálada a pohoda mají jako součásti aktivní bezpečnosti velký vliv na neochabující způsobilost k jízdě.



obr.1.3

Grafické znázornění teploty a vzduchu navozující ve vozidle pohodu v závislosti na vnější teplotě.

Příjemná teplota uvnitř vozu je z největší části ovlivňována vnější teplotou a dostatečným prouděním vzduchu:

- | | | |
|-------------------------|---|-----------------------|
| nízké venkovní teploty | → | vyšší teplota ve voze |
| vysoké venkovní teploty | → | nízká teplota ve voze |

Dostatečné proudění vzduchu dotváří celkový pocit pohody. Úlohu navodit příjemnou pohodu při vysokých vnějších teplotách může i moderní topení a větrání plnit jen v omezené míře.

1.2.3. NEGATIVNÍ VLASTNOSTI AUTOKLIMATIZACE

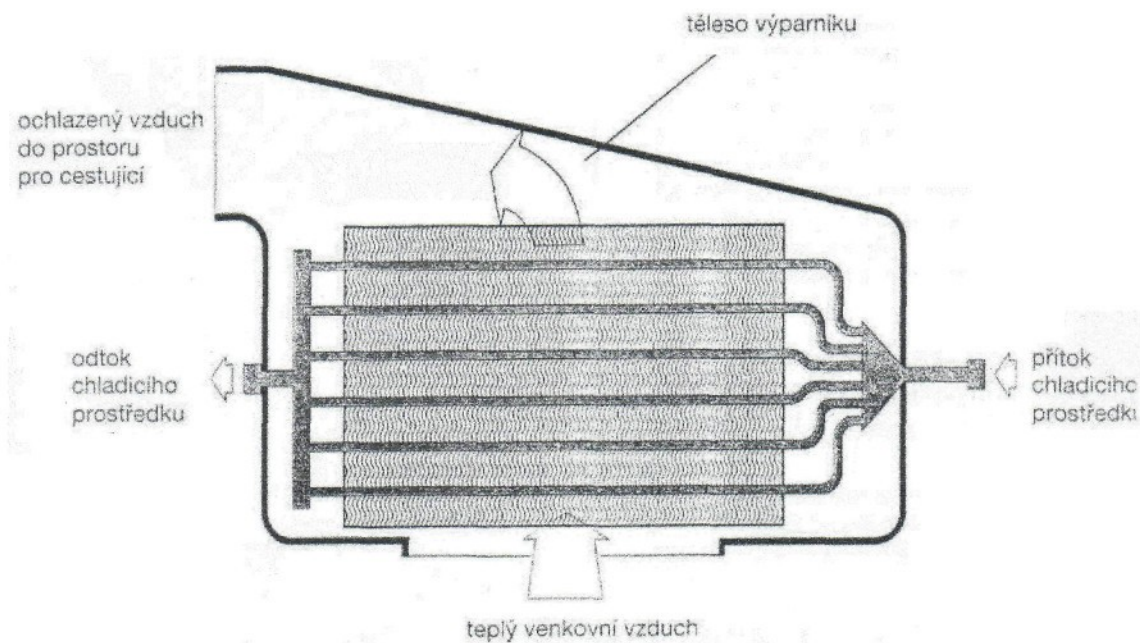
Chladicí médium a vlastně celý okruh klimatizace je velmi náchylný na čistotu. Chladivo je speciální plyn, který je velmi škodlivý pro životní prostředí. Ačkoli se velmi často uvádí, že jde o ekologické chladivo. Tato „ekologická“ chladiva sice už

nepoškodují ozonovou vrstvu jako dřívější „neekologické“ tzv. freony, ale tuto kladnou vlastnost bohužel vyvažují svým zařazením mezi tzv. skleníkové plyny. To znamená, že značnou měrou přispívají k ohřívání planety. Důležitou stránkou opravdu kvalitního servisu je tedy také přísné sledování ekologických hledisek, zejména bezúnikové odsávání a plnění chladiv. Mnoho dílen nabízejících opravy autoklimatizací však bohužel na jakékoliv ekologické požadavky nehledí a chladiva běžně vypouští přímo do ovzduší. Služba tak může být sice za nižší cenu a zato s nepříjemnými následky v budoucnosti. Únik běžné náplně chladiva v jediném automobilu odpovídá úniku více než 1000 kg oxidu uhličitého! V současné době používáme speciální odsávací a plnicí stanici která zajišťuje nejen bezúnikovou manipulaci s chladivem a také přesné plnění předepsaného množství v krátkých časech. Vzhledem k výše popsaným vlastnostem je klimatizace v autech značně choulostivá, a jakékoli zásahy do ní, bez znalostí problematiky, téměř vždy končí poškozením některé z jeho částí nebo vážným úrazem. Vzhledem k cenám jednotlivých dílů (kdy např. cena nového kompresoru velmi často překračuje hranici 25 tisíc Kč) se opravdu vyplatí vždy svěřit do rukou kvalifikovaných odborníků.

1.3. SEZNÁMENÍ S FUNKCÍ VÝPARNÍKU

Výparník je součástí klimatizace a je namontován ve skříni topení. Při zapnuté klimatizaci je vzduchu, který proudí mezi lamelami studeného výparníku, odebíráno teplo. Tento vzduch se tak ochlazuje. Přitom se sráží uvolňující se vlhkost ze vzduchu na výparníku, tzn. kondenzuje. Vzniká kondenzát. Prachové částice, pyl z květů apod. jsou spolu s kondenzátem odváděny odtokovým otvorem mimo vozidlo. Případné kaluže vody u stojících vozů tedy nenaznačují žádnou závadu. Při případném zamrznutí výparníku je oběh chladicího prostředku jen nepatrný, mazání kompresoru není zajištěno. Čidlo na výparníku reaguje na tento stav a kompresor vypne. Výparník může „normálně“ roztát.

Souhrnně lze říci: Výparník zabezpečuje, aby vzduch, který proudí do prostoru pro cestující, byl ochlazen, vysušen a vyčištěn. Absolutní vlhkost uvnitř vozidla je redukována. Čidlo teploty vzduchu u výparníku chrání klimatizaci před zamrznutím.



obr.1.4

1.4. PROVEDENÍ DC W204LL



DC—
DaimlerChrysler
W204-projektové
číslo
LL-levostranné
provedení

Obr.1.5

2. SEZNÁMENÍ SE SOUČASNÝM STAVEM MONTÁŽE VÝPARNÍKU

2.1. SEZNÁMENÍ S ROZLOŽENÍM MONTÁŽE

Úvodem musím uvést, že montáž výparníku je rozdělena do dvou po sobě jdoucích pracovišť. Pracoviště rozděluje He zkouška těsnosti, která částečně limituje takt montážního procesu. He zkouška pracuje po dvojicích výparníků. Některé úkony tedy operátoři dělají jen jednou během montáže dvou výparníků. V první fázi se na výparník namontuje expanzní ventil a nasadí pryžová maska. Toto pracoviště nazýváme „montáží ventilu“ a pracují na něm dva operátoři (OPA, OPB). Druhou fází nazýváme „kontrolou pozice expanzního ventilu“ a obsluhují ho tři operátoři (OPC, OPD, OPE). Zde se kontroluje pozice expanzního ventilu, lepí asfaltová páska a nasazují se PBD.

2.2. ROZPRACOVÁNÍ ČINNOSTÍ NA JEDNOTLIVÝCH PRACOVÍŠTÍCH

2.2.1. PRACOVÍŠTĚ PŘEDMONTÁŽE EXP. VENTILU

Vstupem materiálu do montážního procesu je bedna obr.2.1. Operátor A (později jen OPA) uchopí dva výparníky současně, zkontroluje odstupy lamel od sběrných trubek a označení výparníku (značení po Behroxalu a PU lakování) obr.2.2. Výparníky položí na desku předmontáže a zkontroluje případnou křivost bloku houpáním na rovině desce obr.2.3.



obr.2.1

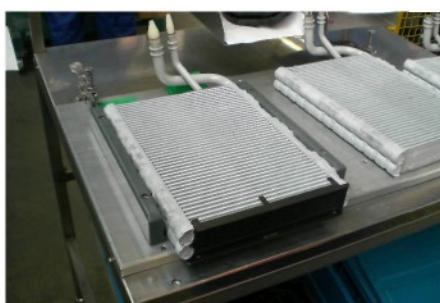


obr.2.2



obr.2.3

Po té umístí výparník do dorazů a nasadí plastový boční díl obr.2.4.
OPA nasadí O-kroužky na pomocné trny, ty pak nasadí na trubky a O-kroužky přetáhne na trubky obr.2.5 a 2.6.



obr.2.4



obr.2.5



obr.2.6

OPA dále nasadí na výparník pryžovou masku obr.2.7 a předá ho OPB.



obr.2.7



obr.2.8



obr.2.9

2.2.2. MONTÁŽ EXP. VENTILU

OPB vloží výparník do stroje, nasadí plechovou desku obr.2.8. Stlačí zelené tlačítko a dosune výparník na doraz stroje. Přípojně trubky uzavře kleštěmi a srovná polohu přípojných trubek obr.2.9. Polohu bloku srovná pomocí pák (zelené kontrolky určí správnou pozici přípojných trubek) obr.2.10. OPB na trubky nasadí ventil se šrouby a pohybem páky směrem dolů spustí automatické zašroubování obou šroubů obr.2.11. Po zašroubování stroj automaticky „vyhodí“ výparník. OPB sejme plastový boční díl a odloží ho společně s výparníkem na odkládací desku obr.2.12.



obr.2.10



obr.2.11



obr.2.12

2.2.3. ZALOŽENÍ VÝPARNÍKŮ DO ZKOUŠKY TĚSNOSTI

Ve chvíli, kdy na desce leží alespoň dva výparníky, uchopí je OPA a vloží do adaptéru v He (heliová zkouška těsnosti) a stiskne zelené tlačítko obr.2.13. Dveře se uzavřou a spustí se zkouška těsnosti.



obr.2.13

2.2.4. KONTROLA POZICE EXP. VENTILU

Ve chvíli, kdy se ukončí zkouška těsnosti, otevřou se dveře na straně za He. OPC uchopí a vyjme z He oba výparníky současně a stlačí zelené tlačítko. Tiskárna v okamžiku provedené I.O. zkoušky těsnosti vytiskne etikety obr.2.14. OPC jeden výparník odloží na odkládací desku a na výparníky nalepí etikety obr.2.15. Výparník vloží do přístroje na kontrolu pozice expanzního ventilu. Masku z pryže je nutné urovnat pod boční díl tak aby nepoškodila lamely obr.2.16.



obr.2.14



obr.2.15



obr.2.16

Přístroj uchopí výparník jakmile zjistí přítomnost správně založeného výparníku se správně umístěným štítkem. Spustí se laserová projekce, která musí lícovat hrany expanzního ventilu. Pokud tomu tak není, musí OPC ventil srovnat obr.2.17. Stlačí zelené tlačítko a nasunutím masky kontrolního přístroje zkontroluje pozici expanzního ventilu obr.2.18. Na znamení I.O. pozice ventilu se rozsvítí zelená kontrolka. OPC nasadí záslepku ventilu. Laser zkontroluje přítomnost záslepky obr.2.19, OPC stlačí obě zelená tlačítka současně a vyjme výparník z kontrolního přístroje, zkontroluje razítko po konečné kontrole a předá výparník OPD. Poté uchopí již připravený výparník a opakuje kontrolu pozice ventilu.



obr.2.17



obr.2.18



obr.2.19

2.2.5. LEPENÍ ASFALTOVÉ PÁSKY

OPD uchopí výparník a vloží do přípravku pro lepení asfaltové pásky a zaaretuje ho obr.2.20. Asfaltovou pásku nejdříve musí připravit odvinutím z cívky a odstříháním stříhadlem na délku dle měřky obr.2.21. OPD si nastříháním připravuje několik pásek najednou. Z pásky sejme ochranou fólii a odloží ji do koše. Připravenou asfaltovou pásku může přiložit, začít přitlačovat a rovnat kolem malé (úzké) trubky obr.2.22.



obr.2.20



obr.2.21



obr.2.22

Jakmile je páska omotaná kolem celé trubky, je třeba ještě pásku v ohybech srovnávat a dotáčet obr.2.23. Páska musí hladce obalovat trubku a nesmí se lepit na velkou (širší) trubku obr.2.24 a 2.25. OPD přípravek odaretuje a výparník předá OPE.



obr.2.23



obr.2.24



obr.2.25

2.2.6. NASAZENÍ PLASTOVÝCH BOČNÍCH DÍLŮ

OPE výparník uchopí a vloží do přípravku pro nasazení plastových bočních dílů obr.2.26. Nasadí plastové boční díly obr.2.27. Výparník uchopí a umístí do bedny obr.2.28.



obr.2.26



obr.2.27



obr.2.27

V okamžiku, kdy je bedna plná, OPE ji vymění obr.29. Bedny jsou umístěny na podvozcích a manipulace s nimi není příliš obtížná. Stejně jako vstupem, tak i výstupem je na pracovišti bedna.



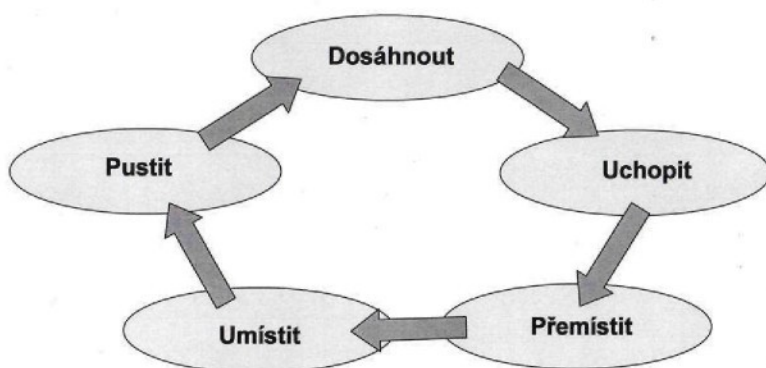
obr.28

3. ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU MONTÁŽE

3.1. METODA MTM

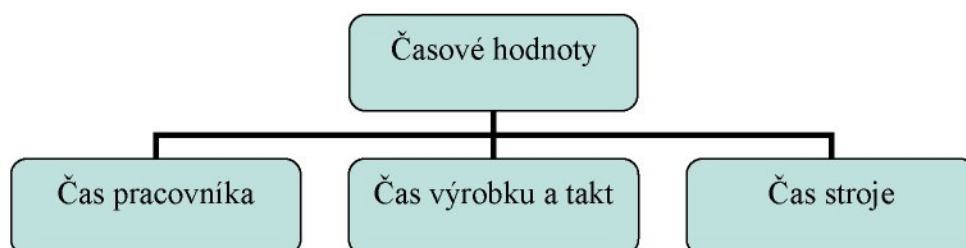
Současný stav montáže jsem se rozhodl analyzovat metodou MTM. MTM je metoda, která rozloží jakoukoli manuální operaci do základních pohybů nutných pro její vykonání, a která přiděluje každému z těchto pohybů předurčenou normu času. Ten je pak určen povahou takového pohybu a podmínkami za kterých je proveden (ovlivňující proměnná).

Analyzační protokoly MTM pro variantu současnou i variantu racionalizovanou jsou umístěny v příloze. Pohyby pracovníků a výrobku jsem zakreslil do lay-outu montáže.



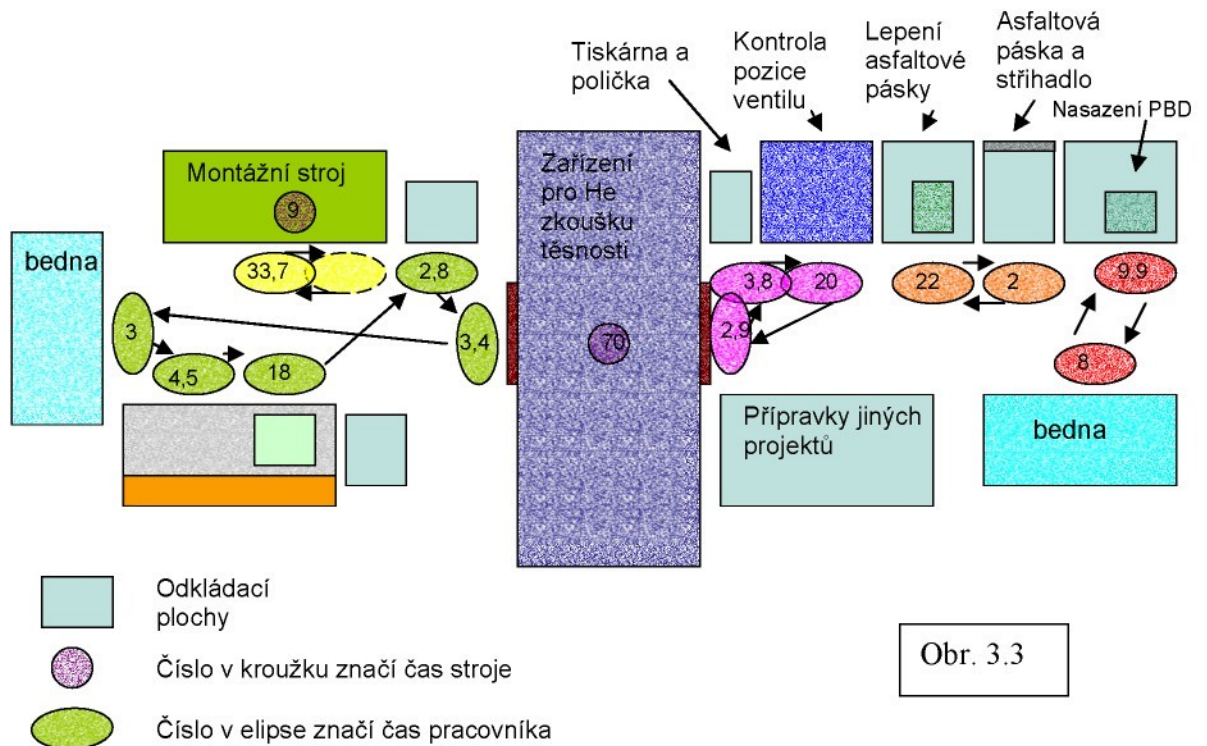
obr. 3.1

3.1. ANALYZOVANÉ OBLASTI



obr. 3.2

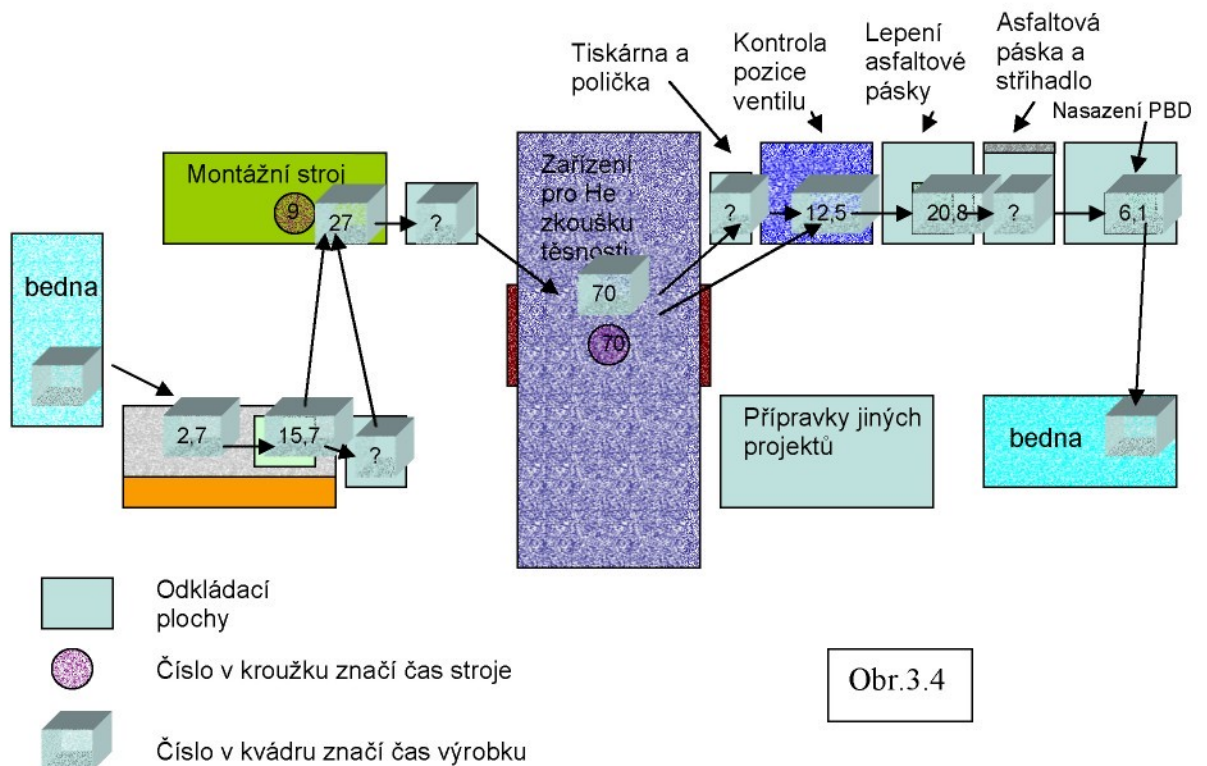
Čas pracovníka jsem znázornil v následujícím schématu:



Obr. 3.3

Každému operátorovy jsem přiřadil elipsu se specifickou barvou. Jsou zde znázorněny operátorovy pohyby a časy, které tráví na příslušných místech.

Čas výrobku je znázorněn takto:



Obr.3.4

Výrobek jsem označil kvádrem. K časům výrobku není přičítána manipulace. Je to čas, který je nezbytně nutný k vykonání operace nebo činnosti, přidávají hodnotu, případně k provedení vstupní kontroly.

Čas stroje je zde nepříliš významný. Montážní stroj je jediným pracovištěm, kde lze částečně za chodu stroje provádět souběžně jinou činnost. Zařízení zkoušky těsnosti pracuje samostatně, nepočítaje upnutí, vyjmutí a spuštění stroje.

3.1. TAKT VÝROBKU

Takt na všech pracovištích je dán časem pracovníka na „úzkém místě“, tj. na montáži ventilu. Současná hodnota taktu je 38s. V mé analýze není zahrnut čas na případnou sdílenou práci (štafetová zóna práce). Jde o čas při kterém může rychlejší pracovník pomáhat pomalejšímu, aby nedošlo k velké časové ztrátě. Ačkoli jsou časy v mé analýze o několik vteřin nižší, mohu s nimi srovnávat stav původní a stav předpokládaný v navrhované koncepci. Osobní přídavek jsou 2%, přídavek věcný je 5%. Norma je počítána ze vztahu:

$$450 * 60 / (38 * 1,07) = 664 \text{ [ks/směna]}$$

Směnový čas : 450min, celkový přídavek : 7% .

4. TEORETICKÁ VÝCHODISKA K ŘEŠENÝM PROBLÉMŮM

Metodika řešení problémů je obecně standardizována. Metody řízení výroby a principy vedení podniků jsou celosvětově uznávané. I já jsem se v této BP jimi řídil. Použité zdroje těchto informací jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

4.1. *ERGONOMIKA*

Navrhované změny vycházejí především z ergonomických zásad. Pojem ergonomika tedy rozvedu. Ergonomika (z řečtiny) je vědecký přístup optimalizující podmínky, který se primárně soustředí na předcházení fyzickým zraněním. Cílem ergonomického designu pracoviště je snížit, jak jen to bude možné, celkový stres a únavu, které je pracovník vystaven v průběhu práce. K tomu jsou použita zjištění založená na technicky, lékařsky, psychologicky a ekologicky významných datech.

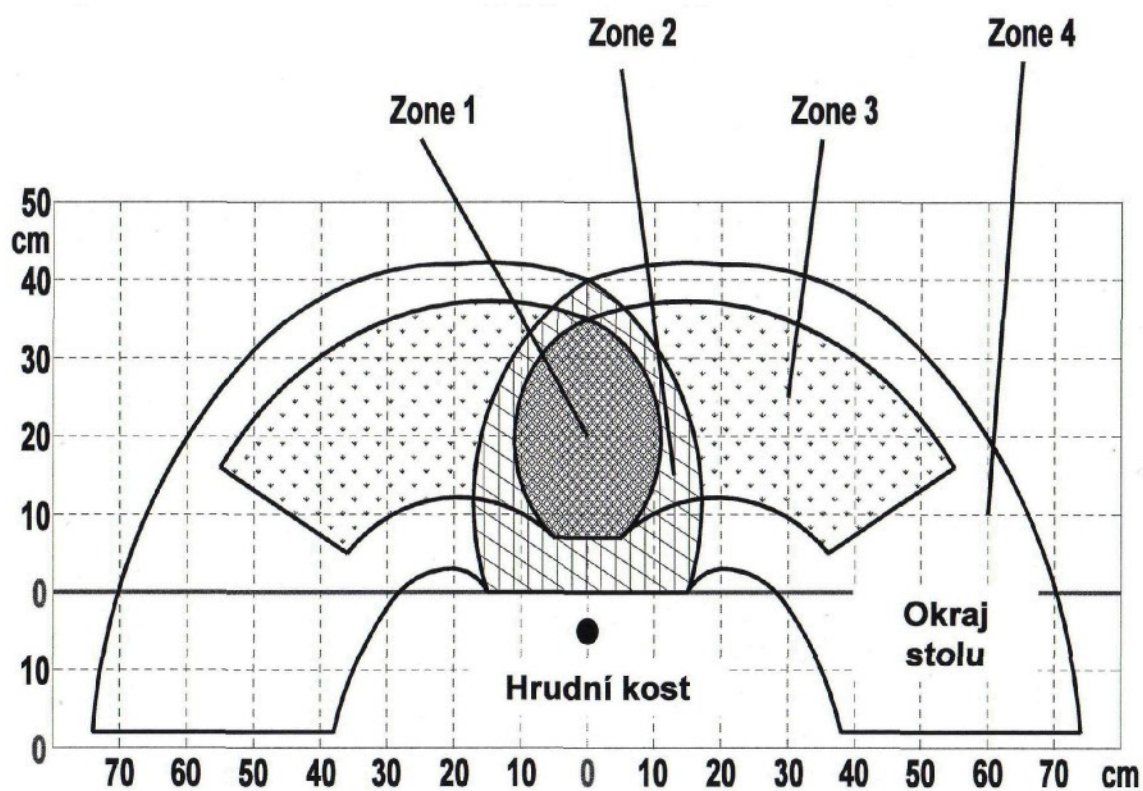
Následující snímek popisuje navržení pracovního prostoru v závislosti na rozměrech lidského těla (antropometrii). Zpravidla by vnitřní a vnější rozměry měly být navrženy tak, aby vyhověly nejvyšší a nejmenší postavě, v tomto pořadí:

Zone1 - Centrální pracovní prostor. Obě ruce pracují blízko sebe v zorném poli pracovníka.

Zone2 - Prodloužený pracovní prostor. Obě ruce pracují v zorném poli pracovníka a dosáhnou na všechna místa uvnitř této zóny.

Zone3 - Zóna jedné ruky. Zóna pro umístění dílů a ručního nářadí, které jsou často uchopovány jednou rukou.

Zone4 - Prodloužená zóna jedné ruky. Nejodlehlejší použitelná zóna pro bedýnky v operátorově dosahu.



obr.4.1

4.2. LEAN PRODUCTION

4.2.1. PŘÍNOSY ŠTÍHLÉ PRODUKCE

Podle vědeckých studií podložených praxí by mělo zavedení lean production systému znamenat následující výhody:

- redukce ztrát o 80%
- redukce výrobních nákladů o 50%
- snížení doby pracovního cyklu o 50%
- vynaložená práce je o 50% nižší se stejnou efektivitou výstupů
- nutné je až o 80% méně hmotného majetku
- zvýšení kapacit a vybavení o 50%
- vyšší kvalita, výdělky zlepšující se cash flow apod.

4.2.2. LEAN PRODUCTION VE ZKRATCE

- procesy, které nepřidávají hodnotu, jsou eliminovány
- zaměření se na neustálé zlepšování a vývoj – více než výsledky samotné!
- na co se dbá je – koncept, způsob myšlení – ne techniky!, kultura a systematicčnost – např. neukvapené přijímání nejnovějších manažerských praktik, pokud nám nezapadají do systému
- pokrok je dosažen změnou psychiky, systémové kultury a kontrolními mechanismy
- kontrola inventáře ve stylu JIT

4.2.3. CHYBY, KTERÉ SE BĚŽNĚ VYSKYTUJÍ

- nadmíra produkce – produkování většího množství než zákazníci žádají
- čekání – časové prodlevy, zejména takové, během kterých nedochází k přidávání ceny výrobku
- přeprava – zbytečně složité a nepřímé cesty materiálu i výrobků, častá i nepotřebná přeprava
- inventář – nakupování či držení zbytečných surovin, práce i hotového zboží
- pohyb – činnosti, jež zboží nepřidávají žádnou hodnotu a jsou tak nepotřebné
- přemíra procesů – drtivou většinu by bylo lepší zjednodušit a zefektivnit
- vadné jednotky – i jedna nefunkční část hraje v určitém řetězci významnou roli

4.2.4. PRINCIPY, TECHNIKY A POJMY – TEORETICKÁ VÝCHODISKA

LEAN PRODUCTION

5S

Jedná se o metodiku pocházející z Japonska. Tato zkratka vyjadřuje počáteční písmena jednotlivých kroků – separovat (seiri), systematizovat (seiton), stále čistit (seisto), standardizovat (seiketsu), sebedisciplína (shitsuke).

6 sigma

Je jedním z programů analýzy způsobilosti procesu. 6 sigma je systém praktik zavedený koncernem Motorola, aby systematicky zlepšoval firemní procesy a eliminoval ztráty. Podstatou metody je umístění šestinásobku směrodatné odchylky dovnitř pole vymezeného horní a dolní toleranční mezí. Splnění této podmínky určuje pravděpodobnost, že na každý milion vyrobených kusů připadne pouze dva výrobky mimo požadovanou toleranci. Po svém zavedení se tato metoda stala velice častým prvkem systému TQM – total quality management.

ABC- Activity Based Costing

ABC stanovuje principy měření nákladů a výkonů firemních procesů. Vytváří datovou základnu pro Activity Based Management a navazující nástroje. Určuje pravidla pro alokaci nákladů aktivit, získaných na základě spotřeby zdrojů a na jejich výstupy. Dále jsou určovány nákladovými měřiči vyjadřujícími vztah příčiny a následku, na straně aktivit jsou to měřiče aktivit.

Benchmarking

Benchmarking je už v Česku poměrně známá metoda, jejíž principem je porovnávání výkonnosti naší organizace s konkurencí. Porovnání probíhá na základě jasně stanovených veličin. Benchmarking se užívá zejména ve strategickém managementu.

Cost reduction

Redukce nákladů, body ve kterých se TPS snaží o redukci: mzdy, služby, skladové hospodářství, hmotný investiční majetek, spotřeba materiálu a energie, režijní náklady,... + rozdělení činností na hlavní, správu, zásobování, dopravu, technický rozvoj, údržbu a servis (důležité je jejich důsledné dodržování pro správnou efektivnost).

Ishikawův diagram = diagram rybí kosti

Diagram – často také označený jako diagram příčin a následků – slouží pro identifikaci a zobrazení všech možných příčin a dílčích příčin, které ovlivňují daný výsledek. Tím předkládá celistvý pohled na sledovanou situaci. Následkem nemusí

být pouze identifikovaný či potenciální problém, může jím být jakákoliv entita (např. kvalita výrobku, procesu, zdroje apod.), respektive stanovený cíl.

Jidoka

Princip jidoka spočívá v případném zastavení výrobního procesu, pakliže kvalita neodpovídá standardu. V praxi se jidoka projeví tak, že pokud dělník zjistí jakýkoliv, byť sebemenší, nedostatek, zastaví výrobní linku a sjedná nápravu. Až poté může proces fungovat dál. Dá se tudíž říct, že i řadový dělník přebírá funkci kontrolora kvality procesu. Zaručuje se tím bezúhonnost procesu a tím pádem i výrobku. Pro japonský výraz „jidoka“ se používá i anglický ekvivalent „autonomation“, který bývá často definován jako „automatizace s lidským přispěním“. Důležitý je již zmíněný dohled na proces.

Kaizen

Kaizen je japonská strategie neustálého pokroku. V podstatě se dá říct, že ve spoustě aspektů nese společné znaky se systémem štíhlých produkcí jako takových. Tudíž je jasné, že se snaží o eliminaci ztrát, neustálé zlepšování, pokrok, ...

Specifikace kaizenu je v tom, že je založen na menších krocích. Je to plynulý proces, který se orientuje hlavně na pracovníky pracující v týmu. Vychází přitom z myšlenky, že pracovníci ve výrobě většinou velmi dobře vědí, jak výrobní proces probíhá a proto tudíž vědí, jak by mohl probíhat lépe. I proto se někdy kaizen definuje jako filozofie kontinuálního zlepšování s aktivním zapojením zaměstnanců. Filosofie vychází z přesvědčení, že každá část v našem životě si zaslouží být neustále zlepšována, ať už se jedná o cokoli. Klíčovými elementy jsou kvalita, snaha, účast všech zaměstnanců, vůle něco změnit a komunikace. Dobré by bylo zmínit, že kaizen bezezbytku využívá systému 5S (uvedený výše). Tento systém umožňuje razantní zvyšování produktivity, snižování nákladů, zlepšení stylu řízení a komunikace, pozitivní změny firemní kultury, využití vizualizace přinášející vysoké zisky,... Základní myšlenkou je vlastně spoluúčast každého, kdo se na procesu podílí. Na kvalitě výrobků, formě a rychlosti jeho provedení atd. musí mít každý od lidí z topmanagementu až po toho nejřadovějšího dělníka. V tom tkví kouzlo kaizenu.

Kanban

V systému kanban je možné pracoviště rozdělit na prodavače a kupujícího, přičemž každý prodavač je zároveň kupujícím. Jsou přesně definovány dodavatelsko-odběratelské vztahy, tj. okruhy pracovišť, která si navzájem dodávají a odebírají materiál a rozpracované výrobky.

Kupující pošle prodavači objednávku. Prodavač, který je zároveň výrobcem požadovaných komponentů, je v požadovaném termínu a množství dodá s dodacím listem. Ani prodavač ani kupující nemají dovoleno dělat si zásoby. Jestliže si musí dodávat přesné množství přesně na čas, pak musí produkovat beze zbytků a navzájem se tak kontrolují. Všechny procedury objednávek a dodávek jsou doprovázeny kartičkami (např. kartička „objednávka“, „dodací list“), z čehož vzniknul název tohoto systému, jelikož japonsky kanban=kartička.

Aplikace tohoto systému vyžaduje rovnoměrný a jednostranný materiálový tok a synchronizaci jednotlivých operací. Proto se musí už při návrhu výrobní dispozice dosáhnout vyvážení výrobních kapacit (tvorba skupin příbuzných výrobků, zajištění pravidelného odběru, tím i výrobu, použití principů skupinové technologie apod.) Pro zrovnoměnění výroby byl v Japonsku vyvinut speciální způsob výpočtu výrobních dávek.

Systém je nejvhodnější implementovat pro opakovanou výrobu stejných součástek s velkou setrvačností odbytu. Jakmile není splněn tento předpoklad, je nutné kanban vybavit speciálním plánovacím systémem (určování kapacit regulačních okruhů, jejich tolerančních rozsahů apod.). Princip řízení je založen na tvorbě tzv. samořídících regulačních okruhů, přičemž některé úlohy řízení jsou ponechány centrálnímu řízení (termínové a kapacitní plány, vyhotovení karet, jejich dodání a odebrání, řízení pohybu dodávek a dodávek atd.).

JIS = Just in sequence

Již z názvu je patrné, že JIS je rozšíření „just in time“ organizace výroby. V rámci implementace JIS jsou lokální dodavatelé zaintegrovaní do výrobní montáže takovým způsobem, že dodávají díly v přesně určeném pořadí výrobních zakázek.

JIT = Just in time

JIT je strategie řízení zásob implementovaná za účelem zlepšení ROI z podnikání tím, že snižuje stav rozpracovaných zásob ve výrobě a minimalizuje veškeré související náklady. V rámci této strategie je proces řízen sérií signálů (nebo např. kanbanem), které ve výrobním procesu iniciují zpracování další části. JIT způsobuje dramatické zlepšení návratnosti investic ve výrobní organizaci, zvýšení kvality a efektivity výroby. Filozofie řízení celé organizace znamená ve svých důsledcích zamezení jakéhokoli plýtvání prostředků, času, kapacit vede k minimalizaci nákladů. Předpokladem je přísun materiálu k jednotlivým strojům, linkám a aparátům v požadovaném množství, kvalitě a termínu. Cílem je vyrábět jen to, co je potřebné a tak efektivně, jak jen to je možné.

PDCA – Plan/Do/Check/Act

Většina modelů zlepšování procesů je založena na postupu, který zavedl W. Edwards Deming – plán/provedení/kontrola/akce neboli plan/do/check/act. Postup popisuje posloupnosti kroků zlepšování procesů:

- plán – prověříme současnou výkonnost a posoudíme případné problémy či omezení procesů. Shromáždíme data o hlavních problémech a zaměříme se na hlavní příčiny problémů. Navrhujeme možná řešení a naplánujeme provedení nejvhodnějšího řešení.
- provedení – otestujeme účinnost zamýšleného řešení.
- kontrola – zhodnotíme výsledky testu a posoudíme, zda bylo plánovaných výsledků dosaženo. Pokud se vyskytnou nějaké problémy, zaměříme se na překážky, které brání zlepšení.
- akce – na základě otestovaného řešení a vyhodnocení dosaženého zhodnocení rozpracujeme konečné řešení tak, aby se stalo kdekoliiv použitelným trvalým a integrovaným novým přístupem.

POKA – YOKE

Poka-yoke se zabývá odolností vůči vadám. Metoda je využitelná pro hledání možností, jak vadám zabránit. Cílem je najít a realizovat jednoduchá technická řešení v konstrukci výrobku či v průběhu procesu. Zaměřuje se na náhodné, neúmyslné, nezamýšlené chyby, kterých se lidé mohou dopustit při výrobě i při používání výrobků. Tyto chyby pak vedou k projevu vady. Technické řešení je schopné zachytit

chybu a napravit ji dříve, než nastane vada. V procesech mohou být využívána nejrůznější signalizační zařízení (světelná, zvuková), automatické pojistky pro vypínání strojů, vizuální značení, apod.

TPM – Total Productive Maintenance

Cílem je eliminovat 6 velkých zdrojů ztrát ve výrobě:

- prostoje spojené s poruchami strojů a zařízení
- čas pro seřizování a nastavování parametrů
- běh naprázdno a zbytečné zastávky
- nižší rychlost než navržená výrobcem (nevyužití parametrů a možností)
- výrobní vady, zmetky, přepracování
- snížení výkonu v průběhu procesu

TQM – Total Quality Management

Total – zpravidla slouží k označení úplnosti jednak ve smyslu zahrnutí všech podnikových činností od marketingu až po servis, jednak všech pracovníků podniku včetně administrativy atd.

Quality – chápána jednak jako „splnění očekávání zákazníků“, jednak jako vícedimenzní pojem nejen pro výrobek, ale i pro proces, činnost.

Management – představuje strategické, taktické, operativní řídicí aktivity vycházející od topmanagementu, příslušné řídicí struktury včetně vedení lidí.

Jde vlastně o systémový způsob řízení, jak dosahovat prosperity podniku velmi citlivým kontaktem s tržním prostředím. Cílem zavádění TQM v podniku je zabezpečování dlouhodobé ekonomické prosperity firmy díky kvalitě. TQM má podporovat dlouhodobý strategický rozvoj podniku.

4.3. NÁVRHY RACIONALIZACE MONTÁŽE

NÁMĚTY MOŽNÝCH ZLEPŠENÍ

- Sloučení pracoviště nasazení bočních dílů s pracovištěm lepení asfaltové pásky.
- Plastový boční díl nasazený na předmontáži by se už nesundával ale zůstal by.

- Stříhadlo na asfaltovou pásku přeinstalovat na konstrukci stolku s přípravkem k lepení asfaltové pásky.
- Instalovat zásobník na nastříhané asfaltové lepicí pásky.
- Stolek určený k nasazení bočních dílů a stolek se stříhadlem se stávají přebytečnými. Odstraníme je.
- Na získaný prostor umístíme bednu.
- Automatizace aretačního upínání na přípravku pro lepení asfaltové pásky.
- Snížit stolek s tiskárnou na etikety cca o 20cm, sníží se tak i odkládací polička na výparníky. Tato změna má čistě ergonomický charakter
- Na pracoviště kontroly pozice exp. ventilu instalovat zásobník na záslepky, současný stav je ergonomicky nevyhovující.
- Vhodně umístit zásobník s bočními díly, a to jak na pracovišti nasazení bočních dílů, tak i na pracovišti předmontáže.
- Vhodně umístit odpadkový koš.
- Na kolečkové podvozky beden umístit konstrukci, která bedny vypodloží a sníží tím ohýbání operátora.
- Odkládací stolek na výparníky u montážního stroje zaměnit za kolečkový skluz.

5. ROZPRACOVÁNÍ VYBRANÉHO NÁVRHU – PŘÍPADOVÁ STUDIE

5.1. STANOVENÍ CÍLE A PŘEDPOKLADY JEHO SPLNĚNÍ

5.1.1 STANOVENÉ CÍLE

Racionalizací montáže sleduji cíl daný firmou Behr Czech s.r.o. Tím je snížení počtu operátorů na pracovišti kontroly pozice exp. ventilu a lepení asfaltu ze tří na dva. Ovšem pokud je to možné. Mé návrhy jsou zaměřeny především na tento úkol.

5.1.2. PŘEDPOKLADY A ŘEŠENÍ ÚKOLU

Pro splnění cíle je třeba sloučit lepení asfaltu a nasazení plastových bočních dílů. Vzhledem ke zvýšené pracnosti a vytížení operátora lepícího asfaltovou pásku je třeba nějakou jeho povinnost přenést na jiného operátora. Zde se nabízí nasazení jednoho ze dvou plastových bočních dílů. Vzhledem k tomu, že právě tento díl je před montáží exp. ventilu nasazen a posléze sejmout, bude to tento úkon. Při montáži ventilu zabráňuje boční díl pomačkání lamel od sevření montážního stroje. S ohledem na to, že etiketa nesoucí data o výrobku se lepí právě pod tento boční díl, se boční díl opět sejme. Lepení etiket na plastový boční díl by znamenalo riziko ztráty informací o výrobku. Přístroj na kontrolu pozice ventilu je rovněž konstruován ke čtení čárových kódů na tomto místě. Dorazy snímající přítomnost výparníku jsou také instalovány tak, že výparník s bočním dílem se jednak do přístroje nevejde a snímače navíc nereagují na plast ale na hliník. To jen k současnému, snad trochu nelogickému počínání s bočním dílem.

Je tedy především nutné vyřešit umístění etikety, anebo najít jinou alternativu. Vzhledem k tomu, že stávající plocha je ideální, navrhuji úpravu bočního dílu. Oba boční díly jsou nyní identické. Úprava by se týkala provedení s otvorem, kterým by se daly etikety lepit na žebrovaní výparníku. Tato úprava je hlavní nosnou myšlenkou

nové koncepce montážního pracoviště. Dodavatel by musel vynaložit náklady na novou formu, což by mohlo znamenat vyšší cenu dodávek ale vzhledem k ušetřenému materiálu by navýšení cen nemuselo být nutné. Případné navýšení nákladů by bylo s ohledem na ušetřenou pracovní sílu a ušetřený materiál návratné.

Snímač čárových kódů v přístroji na kontrolu pozice exp. ventilu by se už snadno přeinstaloval do jiné polohy. Senzory na přítomnost výparníku se dají zaměnit za piezoelektrické reagující na přítomnost plastu. Nebo současné senzory od sebe roztáhnout tak, že by dosedaly na sběrné trubky.

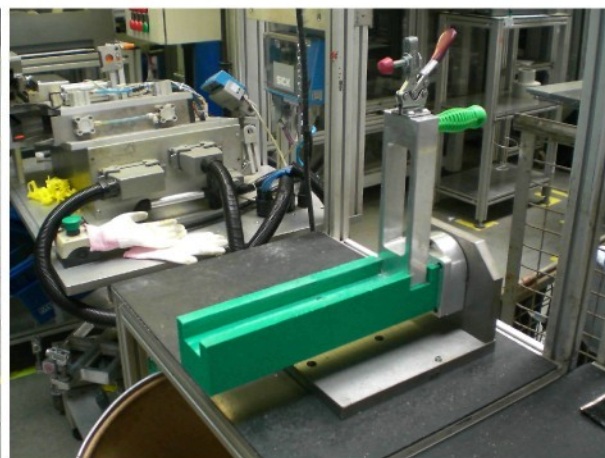
Ostatní navržené změny se týkají snížení manipulace a zlepšení ergonomie. Ušetřím takto čas manipulace s výrobkem i s ostatními součástmi.

Významnou změnou je zrušení přípravku na nasazení bočních dílů obr.5.1. Zbývajícím bočním dílem lze nasadit na výparník upnutý v přípravku na lepení asfaltové pásky obr.5.2.

Další změna nám přinese žádaný prostor. Jedná se o přeinstalování stříhacího přípravku ze stávajícího stolku obr.5.3 na stůl s přípravkem na lepení asfaltu.



obr.5.1



obr.5.2



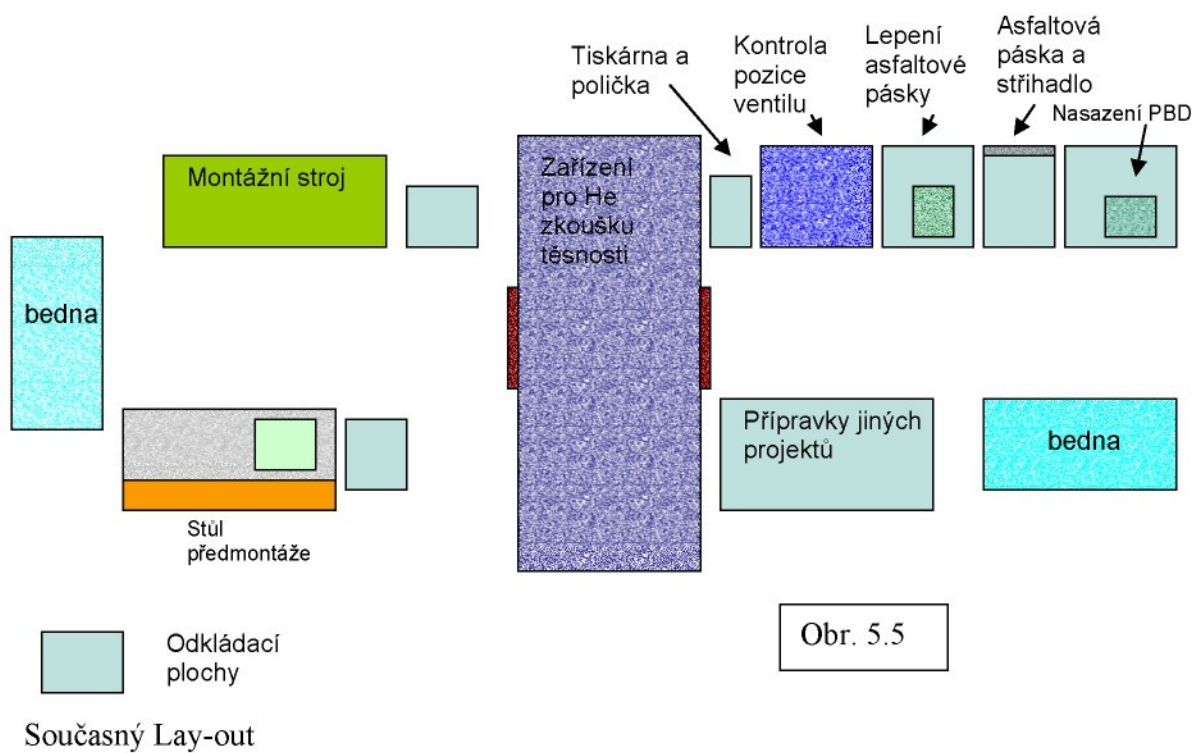
obr.5.3

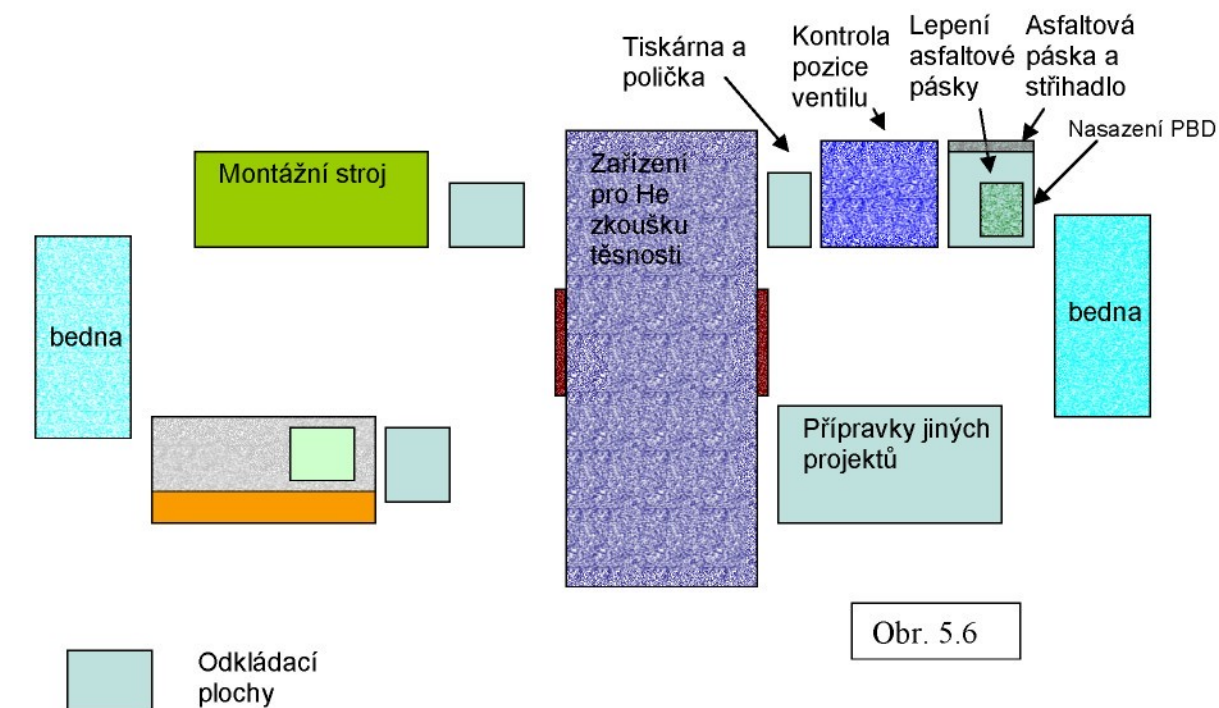


obr.5.4

Odstraněním dvou stolků obr.5.4 získáme místo pro umístění bedny v nejmenší možné vzdálenosti. Tyto změny jsou znázorněny na nynějším a novém lay-outu.

5.1.3. ZMĚNY V LAY-OUTU



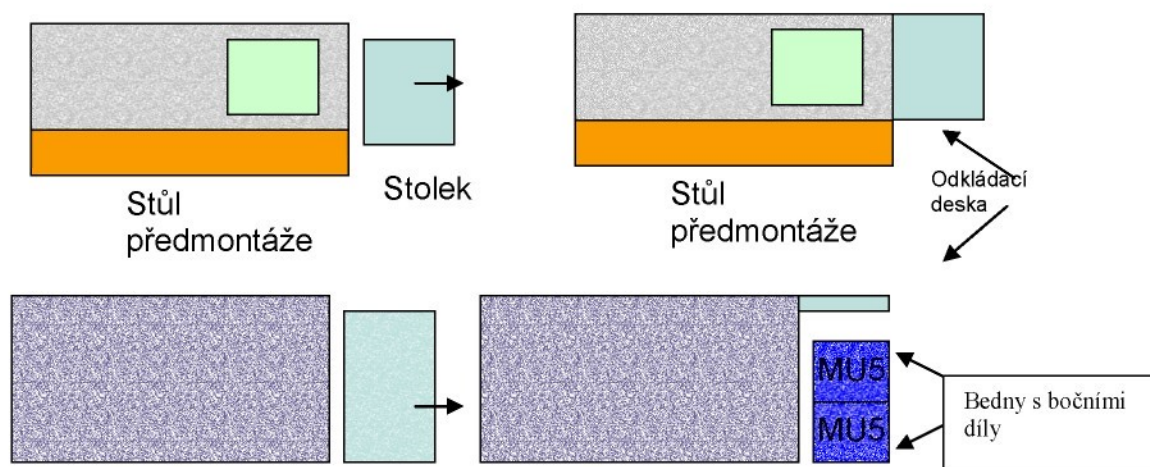


Plánovaný lay-out

5.2. ROZPRACOVÁNÍ ZMĚN NA JEDNOTLIVÝCH PRACOVÍŠTÍCH

5.2.1. PRACOVÍŠTĚ PŘEDMONTÁŽE

Pracoviště předmontáže je třeba jen přizpůsobit většímu objemu bočních dílů. A to následovně.



obr.5.7

Stolek bude nahrazen deskou připevněnou ke stolu předmontáže. Pod touto deskou mohou být na sobě složeny dvě MU5 (bedny) s bočními díly. Poslední úpravou je instalace zásobníku na boční díly na vhodném místě. Např. takto (obr.5.8):



obr.5.8

5.2.2. MONTÁŽ EXP. VENTILU

Tomuto pracovišti vcelku není co vytknout. Jediným námětem je výměna odkládacího stolku za kolečkový skluz. Viz. foto (obr.5.9,5.10):



obr.5.9



obr.5.10

5.2.3. HE ZKOUŠKA TĚSNOSTI

Zařízení na heliovou zkoušku těsnosti je autonomním pracovištěm a je v režii odborníků z oblasti zkoušek, kvality a specialistů na podobná zařízení. Do procesu zkoušky tedy nemohu zasahovat a vše zůstane tak jak je.

5.2.4. PRACOVISTĚ KONTROLY POZICE EXP. VENTILU

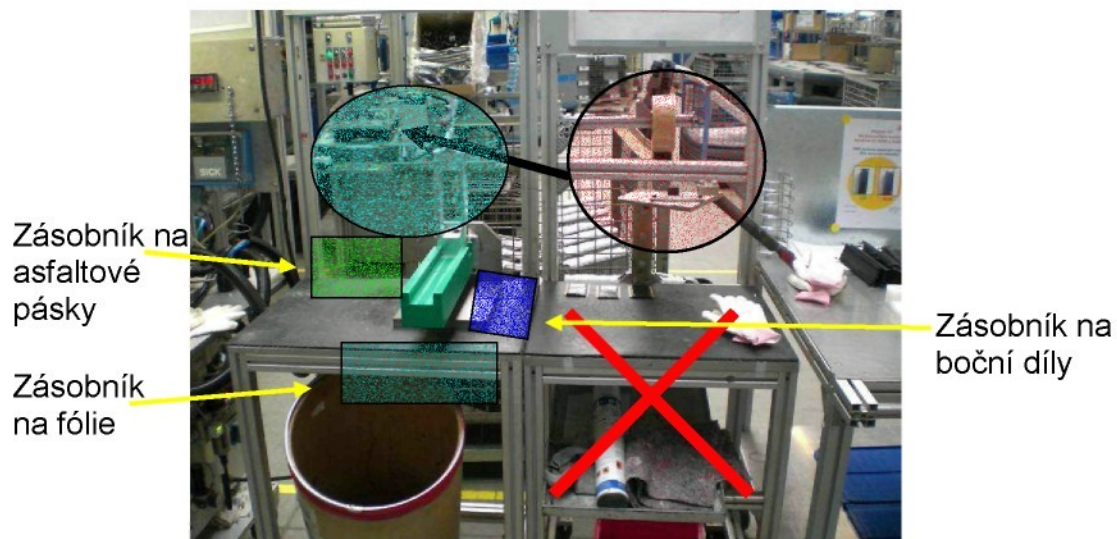
Na tomto pracovišti je zapotřebí umístit zásobník na záslepky v bezprostředním dosahu operátora. Obr.5.11.



obr.5.11

5.2.5. PRACOVISTĚ LEPENÍ ASFALTOVÉ PÁSKY

Toto pracoviště dozná výrazných změn. Obr.5.12. Na obrázku je znázorněné umístění stříhadla a pomocných zásobníků. O těchto změnách jsem se již zmiňoval.



obr.5.12

5.2.6. BEDNA JAKO VÝSTUP Z PROCESU

Bedny se vypodloží přípravky jaké jsou na obr.5.13.



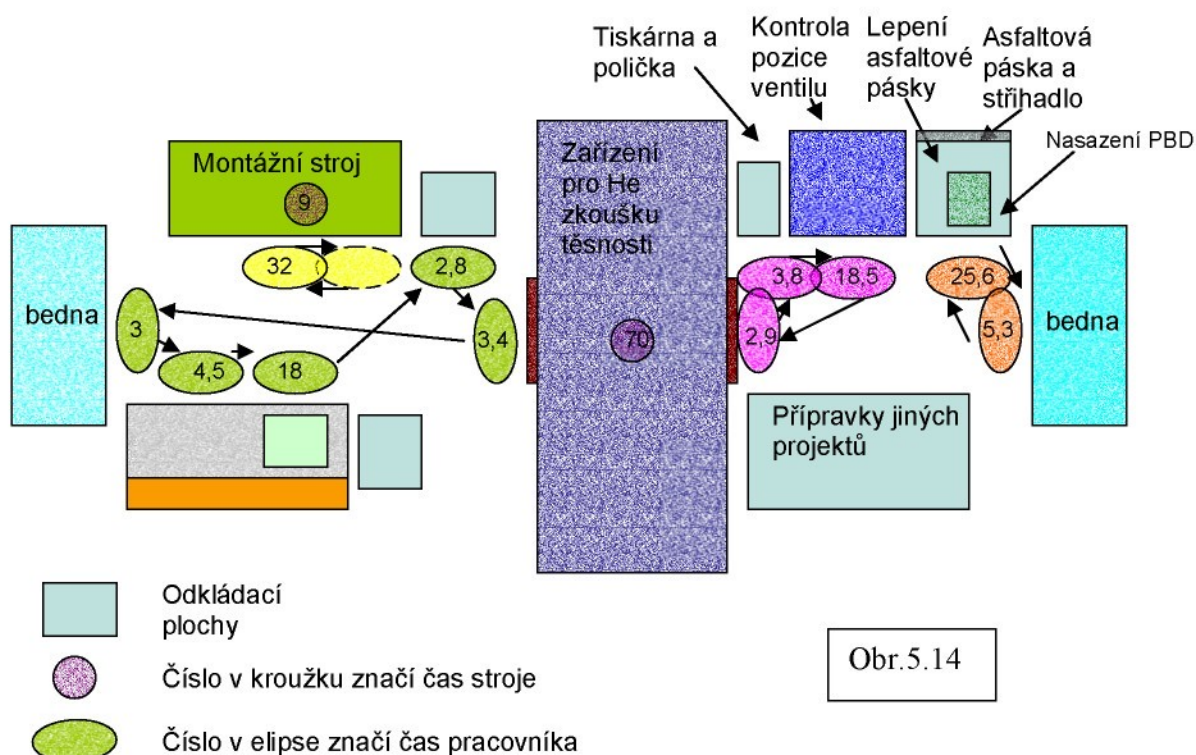
obr.5.13

5.3. ANALÝZA RACIONALIZOVANÉ MONTÁŽE

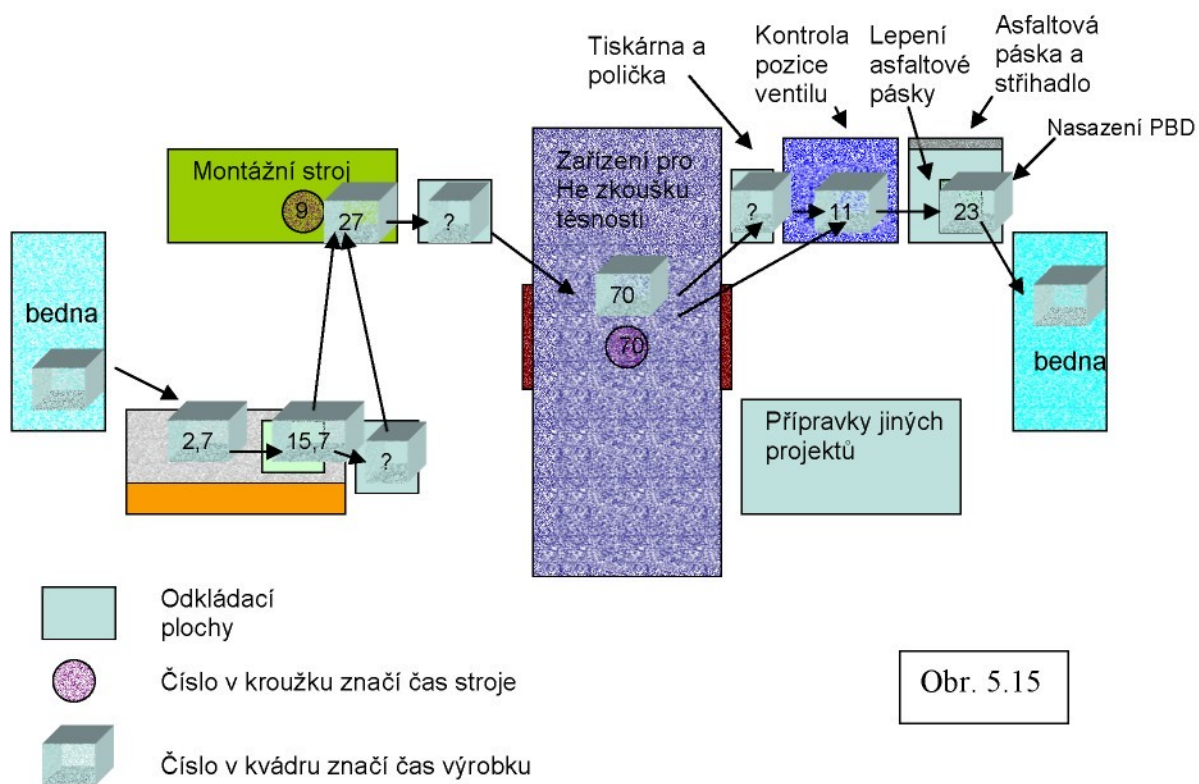
Tuto analýzu jsem provedl stejně jako analýzu současného stavu.

5.3.1. ANALÝZA ČASU PRACOVNÍKA A ČASU VÝROBKU

Analýza s ohledem na tok výrobků v lince:



Obr.5.14



Obr. 5.15

6. EKONOMICKÉ HODNOCENÍ. SHRUTÍ POZNATKŮ.

6.1. EKONOMICKÉ HODNOCENÍ PROJEKTU

Roční odvolávka činní 410000 [ks/rok]. Takt výroby je stanoven na 38 s/ks.

Počet hodin na výrobu roční odvolávky :

$$38[s/ks] * 410000[ks/rok] / 3600[s/hod] = 4327,8 [hod/rok]$$

Pokud zůstane takt výroby neměnný, úspora času pracovníka bude rovna počtu hodin nutných k výrobě roční odvolávky. Tedy 4327,8 [hod/rok].

V případě, že se příslušné oddělení rozhodne zrychlit takt z 38 s na 37 s, bude počet hodin na výrobu roční odvolávky takovýto:

$$37[s/ks]*410000[ks/rok]/3600[s/hod] = 4213,9 [hod/rok]$$

S ohledem na to, že zde se ušetří nejen výrobní pracovník, ale i počet hodin nutných k výrobě roční odvolávky, úspora času pracovníka ještě vzroste. Tento rozdíl výrobních hodin se násobí čtyřmi (počet pracovníků).

$$\text{Úspora hodin:} \quad 4327,8 - 4213,9 = 113,9 [hod/rok]$$

$$\text{Celková úspora je tedy:} \quad 5 * 113,9 + 4213,9 = \underline{4783,4 [hod/rok]}$$

6.2. VÝSLEDKY PROJEKTU

6.2.1. SPLNĚNÍ ZADANÉHO CÍLE

Základní úkol, tedy snížení počtu pracovníků, se podařilo splnit. Montáž jsem analyzoval a navrhl opatření, která umožní snížit čas pracovníků. Opatření jsou především ergonomického charakteru. Velmi významnou změnou je ovšem úprava dodávaného dílu. Vzhledem k tomu, že na pozměněných bočních dílech dojde i k úspoře materiálu, nemělo by to automaticky znamenat navýšení ceny od dodavatele.

6.2.2. POROVNÁNÍ STAVU MONTÁŽE PŘED A PO RACIONALIZACI

Současná hodnota taktu je 38s. Racionalizací můžeme takt snížit na 37s. V reálu to znamená možné navýšení produkce o 18 výrobků za jednu pracovní směnu. Tuto variantu však doporučuji přezkoumat odborným oddělením v podniku. Významnou úsporu nákladů na montáž činní snížení počtu montážních pracovníků z pěti na čtyři. Patrnou změnou je nové uspořádání pracoviště za zkouškou těsnosti, kde došlo i k úspoře výrobního prostoru.

Poděkování

Závěrem bych rád poděkoval všem lidem, kteří mi s touto prací pomohli formou odborných konzultací. Tímto děkuji panu Ing. Jiřímu Lubinovi, Ph.D. za konzultace na katedře KOM, panu Ing. Pavlu Černovskému za konzultace zaměřené na problematiku výroby a montáže ve firmě Behr Czech s.r.o. Děkuji také paní Haně Kotvalové za konzultace týkající se MTM analýz a zásad jejich provedení. Paní Kotvalová je ve firmě Behr Czech s.r.o. specialistkou na analýzy a stanovení norem. V neposlední řadě děkuji i Ing. Lukáši Formánkovi za vypracování posudku na tuto BP.

Seznam použité literatury

Interní materiály

- [1] ŠKODA A.S., *Dílenská učební pomůcka č.10 – Klimatizace ve vozidle*, S00.2003.63.15
- [2] *MTM-Základní informace pro zaměstnance*, Weißenberger W. NE-PO, 10.09.2004, MTM-Mitarbeiterinfo.ppt
- [3] AUTOR NEZNÁMÝ, *nástěnka Behr Czech s.r.o.-Funkce autoklimatizace*, Dostupné z: 20.4.2008

On-line zdroje

- [4] *Product lean* [online]. [citace 16.4.2008]. Dostupné z: <http://www.topvision.cz/>
- [5] *Product lean* [online]. [citace 16.4.2008]. Dostupné z: <http://www.toyota-11-50.ixamoto.net/>
- [6] MANLIG, F. *Soubor fólií pro přednášky z předmětu – Projektování výroby*, TU v Liberci 2008 [citace 12.5.2008]. Dostupné na <http://www.kvs.vslib.cz/>
- [7] *Product lean* [online]. [citace 12.5.2008]. Dostupné z: <http://www.3kpa.webzdarma.cz/orv.pdf>
- [8] *Product lean* [online]. [citace 12.5.2008]. Dostupné z: <http://www.lean.org/whatslean/CommonleanQuestions.cfm>
- [9] *Product lean* [online]. [citace 16.4.2008]. Dostupné z: <http://www.leancompany.cz/leanslovník.html>

Seznam obrázků

Obr. 1.1	chladicí okruh klimatizace
Obr. 1.2	schéma autoklimatizace
Obr. 1.3	diagram teploty a proudění vzduchu navozující ve vozidle pohodu v závislosti na vnější teplotě
Obr. 1.4	schéma výparníku
Obr. 1.5	výparník DC W204LL
Obr. 2.1	bedna
Obr. 2.2	vizuální kontrola
Obr. 2.3	kontrola křivosti bloku
Obr. 2.4	nasazení bočního dílu
Obr. 2.5	misky s O-kroužky
Obr. 2.6	pomocné trny
Obr. 2.7	nasazení pryžové masky
Obr. 2.8	nasazení plechové desky
Obr. 2.9	rovnání přípojných trubek
Obr. 2.10	rovnání bloku
Obr. 2.11	příšroubování exp. ventilu
Obr. 2.12	odkládací stolek
Obr. 2.13	výparníky ve zkoušce těsnosti
Obr. 2.14	ukončená zkouška těsnosti
Obr. 2.15	nalepení etikety
Obr. 2.16	vložení výparníku do přístroje ke kontrole pozice exp. ventilu
Obr. 2.17	rovnání pozice exp. ventilu
Obr. 2.18	kontrola pozice exp. ventilu
Obr. 2.19	kontrola přítomnosti záslepky

Obr. 2.20	výparník v přípravku na lepení asfaltové pásky
Obr. 2.21	stříhadlo na asfaltovou pásku
Obr. 2.22–2.25	lepení asfaltové pásky
Obr. 2.26	přípravek k nasazení bočních dílů
Obr. 2.27	nasazené boční díly
Obr. 2.28	výstupní bedna
Obr. 2.29	výměna beden
Obr. 3.1	pohybové složky
Obr. 3.2	dělení časových hodnot
Obr. 3.3	čas pracovníka v současnosti
Obr. 3.4	čas výrobku v současnosti
Obr. 4.1	antropometrické zóny
Obr. 5.1	zrušené pracoviště
Obr. 5.2	přípravek k lepení asfaltové pásky a nasazení bočního dílu
Obr. 5.3	přemístěné stříhadlo
Obr. 5.4	odstraněné stolky
Obr. 5.5	současný Lay-out
Obr. 5.6	nový Lay-out
Obr. 5.7	úprava pracoviště předmontáže
Obr. 5.8	umístění zásobníku
Obr. 5.9-5.10	výměna stolku za skluz
Obr. 5.11	umístění zásobníku
Obr. 5.12	přeinstalování stříhadla a umístění zásobníků
Obr. 5.13	podložení beden
Obr. 5.14	čas pracovníka v novém stavu
Obr. 5.15	čas výrobku v novém stavu

Seznam příloh

Příloha č.1	Analyzační protokol současného stavu	5 stran
Příloha č.2	Analyzační protokol navrženého stavu	4 strany
Příloha č.3	Tabulka MTM	1 strana

MTM – UAS
Univerzální rozborový systém
 Deutsche MTM-Vereinigung e. V.
 Elbchaussee 352, 2000 Hamburg 52
 Tel. 040/823011, Fax 040/826594



Vydáno 1978

Použití těchto hodnot bez důkladného školení
 v postupech MTM a v použití MTM–UAS
 vede k nesprávným výsledkům.

Přepočtené časové hodnoty			
TMU	Sek	Min.	Hod.
1	0,036	0,0006	0,00001

Časové hodnoty v TMU

Intervaly vzdáleností v cm		Kód			
		≤ 20	> 20 ≤ 50	> 50 ≤ 80	> 80
Uchopit a umístit		1	2	3	
≤ 10 N	přibližně	AA	20	35	50
	lehce	AB	30	45	60
	volně	AC	40	55	70
	těsně	AD	20	45	60
těžce	volně	AE	30	55	70
	těsně	AF	40	65	80
	přibližně	AG	40	65	80
> 10 ≤ 80 N	plná ruka	AH	25	45	55
	přibližně	AJ	40	65	75
	volně	AK	50	75	85
	těsně	AL	80	105	115
> 80 ≤ 220 N	přibližně	AM	95	120	130
	volně	AN	120	145	160
těsně					

Umístit		Kód			
		1	2	3	
přibližně		PA	10	20	25
	volně	PB	20	30	35
	těsně	PC	30	40	45

Copyright Německé sdružení MTM 1978

Mi 4/99

Manipulace s pomůckou		Kód			
Uchopit a umístit			1	2	3
přibližně		HA	25	45	65
	volně	HB	40	60	75
těsně		HC	50	70	85

Nastavení		Kód			
			1	2	3
jednoduché nastavení		BA	10	25	40
	složené nastavení	BB	30	45	60

Pohybové cykly		Kód			
			1	2	3
jeden pohyb		ZA	5	15	20
	sled pohybů	ZB	10	30	40
přemístění a jeden pohyb		ZC	30	45	55

upevnit nebo povolit		Kód		
		ZD	20	

Pohyby těla		Kód		
			TMU	
chůze (m)		KA	25	
	předklonit, shýbnout, kleknout	KB	60	
	včetně vzplnění	KC	110	
posadit se a povstat				

Vizuální kontrola		VA	15
-------------------	--	----	----

Autorská práva chráněna – Patisk zakázán

Příloha č.1

Projekt: DC W204LL	Pracoviště: Předmontáž výparníku pro montáž exp. ventilu	Analýza metodou MTM	
			čas/kus v sec
		Operátor: OPA	31,70
Začátek cyklu: OPA stojí u bedny			
Úkol: Kontrola bloku, nasazení plastového bočního dílu, O-kroužků a pryžové masky, umístění výparníků do He zkoušky těsnosti			

Číslo:	Činnost	Kód	Čas (sec)	Frekvence	Total time (sec)	Překrytí (sec)
1	ohyb+vzpřímení	KB	2,16	0,66	1,43	
2	uchopit a umístit VP na desku	AH2	1,62	1	1,62	
3	chůze	KA	0,90	1	0,90	
4	vizuální kontrola	VA	0,54	2	1,08	
5	kontrola křivosti pohoupáním	BB1	1,08	1	1,08	
6	uchopit a umístit do přípravku	AJ1	1,44	1	1,44	
7	uchopit a nasadit PBD	AC2+ZC1	3,06	1	3,06	
8	uchopit O-kroužky a nasadit na trny	AC2+ZD	2,70	1	2,70	
9	uchopit trny a vložit je do trubek	AB2	1,62	1	1,62	
10	natáhnout O-kroužky na trubky	PB1	0,72	1	0,72	
11	ohyb+vzpřímení	KB	2,16	0,5	1,08	
12	uchopit a přemístit pryž. masku	AB2	1,62	1	1,62	
13	nasadit pryž. masku	PC+ZC+ZD	3,24	1	3,24	
14	uchopit trny a umístit zpět	AB2	1,62	1	1,62	
15	uchopit VP a podat OPB	AH3	1,98	1	1,98	
16	dosypat O-kroužky do koše	PTUSEC6	6,00	2*0,01	0,12	
17	výměna MU5 s pryž. maskami	PTUSEC15	15,00	0,0125	0,19	
18	chůze pro smontované VP	KA	0,90	1	0,90	
19	uchopit dva VP a umístit do He	AJ1	1,44	1	1,44	
20	chůze k He	KA	0,90	1	0,45	
21	vložit VP do He	PB1	0,72	1	0,72	
22	stisknout zelené tlačítko	BA2	0,90	1	0,90	
23	chůze k bedně	KA	0,90	2	1,80	
24						
25						
26						
27						

Příloha č.1

Projekt: DC W204LL	Pracoviště: Montáž exp. ventilu na výparník	Analýza metodou MTM	
			čas/kus v sec
		Operátor: OPB	33,70
Začátek cyklu:		OPB uchopí VP	
Úkol:		Nasadit plechovou desku, namontovat expanzní ventil na VP	

Číslo:	Činnost	Kód	Čas (sec)	Frekvence	Total time (sec)	Překrytí (sec)
1	uchopit a umístit VP do stroje	AH2+ZD	2,34	1	2,34	
2	uchopit a umístit pl. desku na trubky	AB2	1,62	1	1,62	
3	nastavit pl. desku	BB2	1,62	1	1,62	
4	stlačit zelené tlačítko	BA1	0,36	1	0,36	
5	dosunout VP do stroje	BA1	0,36	1	0,36	
6	uzavřít trubky kleštěmi a sronat jejich polohu pohybem páky	BB3	2,16	1	2,16	
7	srovnat polohu bloku	PTUSEC4	4,00	1	4,00	
8	uchopit ventil a umístit na trubky	AB2	1,62	1	1,62	
9	ventil nasunout na trubky	ZD+PB1	1,44	1,5	2,16	
10	zašroubovat pohybem páky	PTUSEC9	9,00	1,33	11,97	
11	vyjmout a umístit VP na desku	AH2+ZD	2,34	1	2,34	
12	uchopit PBD a umístit na desku předmontáže	ZD+AA1	1,44	1	1,44	
13	chůze k desce předmontáže a zpět	KA	0,90	0,2	0,18	
14	uchopit a umístit ventil (příprava)	AA2	1,26	1		1,26
15	strnout pásy	AD1	0,72	2		1,44
16	pásy umístit do krabice	PA1	0,36	2		0,72
17	sáhnout pro dva šrouby	AE2	1,98	1		1,98
18	šrouby vložit do ventilu	PA1	0,36	2	0,72	
19	připravený ventil odložit	PA1	0,36	1	0,36	
20	Doplnit krabici s ventily a(68)	PTUSEC30	30,00	0,015	0,45	
21						
22						

Příloha č. 1

Projekt: DC W204LL	Pracoviště: Kontrola pozice exp. Ventolu	Analýza metodou MTM	
			čas/kus v sec
		Operátor: OPC	26,66
Začátek cyklu:		OPC stojí u komory He	
Úkol:		Kontrola pozice expanzního ventilu	

Číslo:	Činnost	Kód	Čas (sec)	Frekvence	Total time (sec)	Překrytí (sec)
1	vyjmout oba VP z He	ZB1+AH2	1,98	1	1,98	
2	stlačit zelené tlačítko	BA1	0,36	1	0,36	
3	vizuální kontrola razítek z He	VA	0,54	1	0,54	
4	umístit jeden VP na poličku	PA2	0,72	0,5	0,36	
5	sejmout z tiskárny štítek a nalepit na VP	AC2+PC1+ZB1	3,42	1	3,42	
6	chůze k přípravku	KA	0,90	1	0,90	
7	umístit VP do přípravku a urovnat	PC2+ZB1	1,80	1	1,80	
8	urovnat pryžovou masku pod lem	ZC1	1,08	1	1,08	
9	Urovnat pozici exp. Ventilů a zkontrolovat pozici ventilu	PTUSEC6	6,00	1,2	7,20	
10	ohyb+vzpřímení	KB	2,16	0,8	1,73	
11	uchopit a umístit krytku na ventil	AC1	1,44	1	1,44	
12	krytku zatlačit do ventilu	ZD	0,72	1	0,72	
13	stlačit zelená tlačítka současně	BA1	0,36	1	0,36	
14	VP vyjmout a umístit na desku	AH2+PA1	1,98	1	1,98	
15	kontrola polohy pryžové masky	VA	0,54	1	0,54	
16	uchopit a umístit připravený VP	AK2	2,70	0,5	1,35	
17	chůze k He komoře	KA	0,90	1	0,90	
18						
19						

Příloha č.1

Projekt: DC W204LL	Pracoviště: Kontrola pozice exp. Ventolu	Analýza metodou MTM	
			čas/kus v sec
		Operátor: OPE	17,93
Začátek cyklu:		OPE stojí uchopí VP	
Úkol:		Nasadit PBD na výparník a výparník umístit do bedny	

Číslo:	Činnost	Kód	Čas (sec)	Frekvence	Total time (sec)	Překrytí (sec)
1	uchopit a umístit VP do přípravku	AK2	2,70	1	2,70	
2	uchopit dva PBD a umístit na VP	AC2	1,98	1	1,98	
3	nasadit první PBD	BB2+ZD	2,34	1	2,34	
4	nasadit druhý PBD	BB1+ZD	1,80	1	1,80	
5	vyjmout VP z přípravku	BB1	1,08	1	1,08	
6	otočit se a dojít k bedně	2*KA	1,80	1	1,80	
7	ohyb nad bednou	KB	2,16	0,66	1,43	
8	umístit VP do proložek v bedně	PC1+ZD	2,16	1	2,16	
9	otočit se a dojít k přípravku	2*KA	1,80	1	1,80	
10	výměna bedny	PTUSEC40	40	1.00	0,84	

Příloha č.1

Projekt: DC W204LL	Pracoviště: Kontrola pozice exp. Ventolu	Analýza metodou MTM	
			čas/kus v sec
		Operátor: OPD	24,09
Začátek cyklu:		OPD	
Úkol:		Nalepit asfaltovou pásku na malou (úzkou) trubku	

Číslo:	Činnost	Kód	Čas (sec)	Frekvence	Total time (sec)	Překrytí (sec)
1	uchopit VP a umístit do přípravku	AK1	1,80	1	1,80	
2	zaaretovat pákou	ZD	0,72	1	0,72	
3	uchopit a umístit pásku k trubce	AC1	1,44	1	1,44	
4	umístit fólii do koše	PA1	0,36	1	0,36	
5	strhnout fólii	ZB1	0,36	1	0,36	
6	lepení asfaltové pásky	PTUSEC15	15,00	1	15,00	
7	odaretovat	ZD	0,72	1	0,72	
8	uchopit a umístit VP na desku	AH2	1,62	1	1,62	
9	uchopit pásku a střížník (1cyklus)	BA2	0,90	0,1	0,09	
10	uchopit pásku umístit k měrci	10*AB1	10,8	0,1	1,08	
11	umístit pásku do přihrádky	10*PB1	7,20	0,1	0,72	
12	stříh	10*ZA1	1,80	0,1	0,18	
13						
14						
15						
16						

Příloha č.2

Projekt: DC W204LL	Pracoviště: Předmontáž výparníku pro montáž exp. ventilu	Analýza metodou MTM	
			čas/kus v sec
		Operátor: OPA	31,70
Začátek cyklu: OPA stojí u bedny			
Úkol: Kontrola bloku, nasazení plastového bočního dílu, O-kroužků a pryžové masky, umístění výparníků do He zkoušky těsnosti			

Číslo:	Činnost	Kód	Čas (sec)	Frekvence	Total time (sec)	Překrytí (sec)
1	ohyb+vzpřímení	KB	2,16	0,66	1,43	
2	uchopit a umístit VP na desku	AH2	1,62	1	1,62	
3	chůze	KA	0,90	1	0,90	
4	vizuální kontrola	VA	0,54	2	1,08	
5	kontrola křivosti pohoupáním	BB1	1,08	1	1,08	
6	uchopit a umístit do přípravku	AJ1	1,44	1	1,44	
7	uchopit a nasadit PBD	AC2+ZC1	3,06	1	3,06	
8	uchopit O-kroužky a nasadit na trny	AC2+ZD	2,70	1	2,70	
9	uchopit trny a vložit je do trubek	AB2	1,62	1	1,62	
10	natáhnout O-kroužky na trubky	PB1	0,72	1	0,72	
11	ohyb+vzpřímení	KB	2,16	0,5	1,08	
12	uchopit a přemístit pryž. masku	AB2	1,62	1	1,62	
13	nasadit pryž. masku	PC+ZC+ZD	3,24	1	3,24	
14	uchopit trny a umístit zpět	AB2	1,62	1	1,62	
15	uchopit VP a podat OPB	AH3	1,98	1	1,98	
16	dosypat O-kroužky do koše	PTUSEC6	6,00	2*0,01	0,12	
17	výměna MU5 s pryž. maskami	PTUSEC15	15,00	0,0125	0,19	
18	chůze pro smontované VP	KA	0,90	1	0,90	
19	uchopit dva VP a umístit do He	AJ1	1,44	1	1,44	
20	chůze k He	KA	0,90	1	0,45	
21	vložit VP do He	PB1	0,72	1	0,72	
22	stisknout zelené tlačítko	BA2	0,90	1	0,90	
23	chůze k bedně	KA	0,90	2	1,80	
24						
25						
26						
27						

Příloha č.2

Projekt: DC W204LL	Pracoviště: Montáž exp. ventilu na výparník	Analýza metodou MTM	
			čas/kus v sec
		Operátor: OPB	32,08
Začátek cyklu:		OPB uchopí VP	
Úkol:		Nasadit plechovou desku, namontovat expanzní ventil na VP	

Číslo:	Činnost	Kód	Čas (sec)	Frekvence	Total time (sec)	Překrytí (sec)
1	uchopit a umístit VP do stroje	AH2+ZD	2,34	1	2,34	
2	uchopit a umístit pl. desku na trubky	AB2	1,62	1	1,62	
3	nastavit pl. desku	BB2	1,62	1	1,62	
4	stlačit zelené tlačítko	BA1	0,36	1	0,36	
5	dosunout VP do stroje	BA1	0,36	1	0,36	
6	uzavřít trubky kleštěmi a sronat jejich polohu pohybem páky	BB3	2,16	1	2,16	
7	srovnat polohu bloku	PTUSEC4	4,00	1	4,00	
8	uchopit ventil a umístit na trubky	AB2	1,62	1	1,62	
9	ventil nasunout na trubky	ZD+PB1	1,44	1,5	2,16	
10	zašroubovat pohybem páky	PTUSEC9	9,00	1,33	11,97	
11	vyjmout a umístit VP na desku	AH2+ZD	2,34	1	2,34	
12	uchopit a umístit ventil (příprava)	AA2	1,26	1		1,26
13	strnout pásky	AD1	0,72	2		1,44
14	pásky umístit do krabice	PA1	0,36	2		0,72
15	sáhnout pro dva šrouby	AE2	1,98	1		1,98
16	šrouby vložit do ventilu	PA1	0,36	2	0,72	
20	připravený ventil odložit	PA1	0,36	1	0,36	
21	Doplnit krabici s ventily a(68)	PTUSEC30	30,00	0,015	0,45	
22						

Příloha č.2

Projekt: DC W204LL	Pracoviště: Kontrola pozice exp. Ventolu	Analýza metodou MTM	
		Operátor: OPC	čas/kus v sec 25,13
Začátek cyklu: OPC stojí u komory He			
Úkol: Kontrola pozice expanzního ventilu			

Číslo:	Činnost	Kód	Čas (sec)	Frekvence	Total time (sec)	Překrytí (sec)
1	vyjmout oba VP z He	ZB1+AH2	1,98	1	1,98	
2	stlačit zelené tlačítko	BA1	0,36	1	0,36	
3	vizuální kontrola razítek z He	VA	0,54	1	0,54	
4	umístit jeden VP na poličku	PA2	0,72	0,5	0,36	
5	sejmout z tiskárny štítek a nalepit na VP	AC2 PC1+ZB1	3,42	1	3,42	
6	chůze k přípravku	KA	0,90	1	0,90	
7	umístit VP do přípravku a urovnat	PC2+ZB1	1,80	1	1,80	
8	urovnat pryžovou masku pod lem	ZC1	1,08	1	1,08	
9	Urovnat pozici exp. Ventilů a zkontrolovat pozici ventilu	PTUSEC6	6,00	1,2	7,20	
10	doplnit krytky do kaslíku	PTUSEC5	5,00	0,04	0,20	
11	uchopit a umístit krytku na ventil	AC1	1,44	1	1,44	
12	krytku zatlačit do ventilu	ZD	0,72	1	0,72	
13	stlačit zelená tlačítka současně	BA1	0,36	1	0,36	
14	VP vyjmout a umístit na desku	AH2+PA1	1,98	1	1,98	
15	kontrola polohy pryžové masky	VA	0,54	1	0,54	
16	uchopit a umístit připravený VP	AK2	2,70	0,5	1,35	
17	chůze k He komoře	KA	0,90	1	0,90	
18						

Příloha č.2

Projekt: DC W204LL	Pracoviště: Lepení asfaltové pásky	Analýza metodou MTM	
			čas/kus v sec
		Operátor: OPD	31,87
Začátek cyklu:		Uchopit a umístit VP do přípravku	
Úkol:		Nalepit asfaltovou pásku na malou (úzkou) trubku Nasadit plastový boční díl	

Číslo:	Činnost	Kód	Čas (sec)	Frekvence	Total time (sec)	Překrytí (sec)
1	uchopit VP a umístit do přípravku	AK1	1,98	1	1,98	
2	Zaretovat pákou	ZD	0,72	1	0,72	
3	uchopit a umístit pásku k trubce	AC1	1,44	1	1,44	
4	lepení asfaltové pásky	PTUSEC15	15,00	1	15,00	
5	strhnout fólii	ZB1	0,36	1	0,36	
6	umístit fólii do koše	PA1	0,36	1	0,36	
7	Odaretovat pákou	ZD	0,72	1	0,72	
8	uchopit pásku a střížník (1cyklus)	AA1	0,72	0,1	0,07	
9	uchopit pásku a umístit k měrci	10*AA1	7,20	0,1	0,72	
10	stříh	10*BA1	3,60	0,1	0,36	
11	umístit pásku do přihrádky	10*PB1	7,20	0,1	0,72	
12	uchopit PBD a umístit na VP	AC2	1,98	1	1,98	
13	nasadit PBD	ZB2+ZD	1,80	1	1,80	
14	doplnit PBD v kaslíku a(48ks)	PTUSEC10	10,00	0,021	0,21	
15	uchopit a umístit do bedny	AJ3+PA1	3,06	1	3,06	
16	ohyb nad bednou	KB	2,16	0,33	0,71	
17	výměna bedny a(48ks)	PTUSEC40	40	0,021	0,83	
18	založit proložku a(8ks)	AH2+ZA1	1,80	0,125	0,83	