

Technická Univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Obor: Výrobní systémy

Zaměření: Pružné výrobní systémy pro strojírenskou výrobu

**Integrace montáže mechanismů do konečné montáže
v podniku BOS Automotive Products CZ s.r.o.
v Klášterci nad Ohří**

KVS – VS – 164

Macák Daniel

Vedoucí práce: Doc. Dr. Ing. František Manlig

Počet stran: 66

Počet příloh:

Počet obrázků: 21

Počet tabulek: 10

Počet grafů: 20

Počet modelů

nebo jiných příloh:

Diplomová práce KVS – VS – 164

V Liberci 20.5.2005

Téma: Integrace montáže mechanismů do konečné montáže

ANOTACE: Práce se zabývá návrhem možných způsobů pro zefektivnění práce v oblasti montáže krytu zavazadlového prostoru pro osobní automobily typu AUDI A6 combi v podniku označovaný pod pracovním názvem LC - C5. Zvláště se soustředí na měření práce kritických operací v rámci montáže a na minimalizaci neproduktivních činností tzn. na eliminaci plýtvání. Dále zkoumá okolnosti budoucího sloučení dvou pracovišť a to montáže navíjecích mechanismů a konečné montáže.

Theme: Integration of assembly-plant of mechanisms to final assembly-plant

The work theses deals with suggestions of possible ways for more effective working in sphere of mounting luggage covers for cars AUDI A6 combi in a company called LC - C5. The work these especially focus on measuring the longest times of mounting and making a wasting minimal. It also deals with circumstances of future consolidation of two workplaces – assembly plant of mechanisms and final assembly – plant.

Klíčová slova: Integrace, Optimalizace, Plýtvání

Zpracovatel: TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů

Dokončeno: 2005

Archivní označení zprávy:

Počet stran: 66

Počet příloh:

Počet obrázků: 21

Počet tabulek: 10

Počet grafů: 20

Počet modelů

nebo jiných příloh:

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou (bakalářskou, doktorskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o pávu autorském, zejména § 60 (školní dílo) a § 35 (o nevýdělečném užití díla k vnitřní potřebě školy).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé práce a prohlašuji, že **souhlasím** s případným užitím mé práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užití své diplomové (bakalářské, doktorské) práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci 20.5.2005

.....

Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího diplomové práce.

V Liberci 20.5. 2005

.....

Poděkování

Tímto děkuji doc. Dr. Ing. Františkovi Manligovi a Ing. Radkovi Havlíkovi za cenné rady, podporu i kritiku, ale hlavně za čas, který věnovali vzniku mé práce. Dále bych chtěl poděkovat firmě BOS za skvělou spolupráci.

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Teoretická část.....	10
2.1. Měření spotřeby času.....	10
2.2. Postup při měření práce.....	10
2.3. Význam měření práce.....	11
2.4. Použití metod měření práce.....	12
2.5. Dělení časových studií.....	12
2.6. Podstata metod předem učených časů.....	14
2.7. Historie a vývoj metody MTM.....	14
2.8. Definice MTM.....	15
2.9. Časové jednotky.....	15
2.10. Princip metody MTM.....	16
2.11. Výhody metod MTM.....	17
2.12. Nevýhody metod MTM.....	17
2.13. Měření práce metodou MOST.....	18
2.14. Úrovně systému MOST.....	18
2.15. Základní principy systému BasicMOST.....	19
2.16. Základní sekvenční modely.....	19
2.16.1. Obecné přemístění.....	19
2.16.2. Řízené přemístění.....	21
2.16.3. Použití nástroje.....	23
2.17. Kapacitní propočty.....	27
2.17.1. Výpočet kapacity pracoviště.....	27
2.17.2. Výpočet taktu výroby.....	27
2.17.3. Výpočet využití operátorů.....	27
2.18. Návrh layoutu.....	28
2.19. DMAIC – strukturovaný přístup k řešení projektu.....	29
3. Praktická část.....	30
3.1. Cíle práce.....	30
3.2 Popis současného stavu.....	31
3.3. Sběr dat.....	35
3.3.1. Současné časy při výrobě LC C5.....	35
3.3.2. Současné časy operací při montáži produktů C5, W10 a A4.....	35
3.4. Analýza plýtvání – současný stav.....	37
3.4.1. Analýza manipulace.....	38
3.4.2. Analýza velikosti rozpracované výroby C5.....	39
3.4.3. Velikost současné zastavěné plochy pro montáž LC produktu C5.....	39
3.4.4. Počty operátorů.....	39
3.4.5. Analýza současného stavu – shrnutí.....	39
3.5. Analýza předmontáže mechanismů metodou Basic MOST®.....	40
3.6. Přírážky k pravidelnému času cyklu PF&D.....	42
3.7. Kapacitní propočty.....	44
3.7.1. Požadovaný počet vyrobených kusů – odvolávky.....	44
3.7.2. Výpočet denní kapacity.....	44
3.7.3. Takt výroby.....	45
3.7.4. Využití jednotlivých operátorů.....	46

3.8. Návrh na zlepšení procesu	47
3.8.1. Důvody pro integraci	47
3.8.2. Návrh integrace předmontáže mechanismů do konečné montáže	47
3.8.3. Návrhy layoutu integrované montážní buňky	48
3.9. Porovnání současného a navrhovaného stavu montáže LC C5	62
3.10. Realizace integrovaného montážního pracoviště	64
4. Závěr	65
Použitá literatura:	66

1. Úvod

V současné době se řada strojírenských podniků v České republice snaží zefektivnit a zrychlit svou výrobu, aby se takový podnik stal celkově výkonnější a pružněji reagoval na stále náročnější a častější změny požadavků svých zákazníků. Tato snaha je další fází etablování se našich podniků stále rostoucí konkurenci podniků působících na trhu ve stejné oblasti. Tato strategie je v podstatě důsledkem minulých období, kdy se hromadně měnily struktury podniků a jejich vedení se snažilo novými plány řešit problémy a hledat nové neobsazené oblasti na trhu. Ale už nebyla tolik zdůrazňována druhá strana věci, že je třeba vyrábět rychle, levně – efektivně.

Je třeba uvažovat nad vytvořením pružného, jednoduchého a efektivního způsobu výroby podniku tak, aby bylo možné řešit rychle se měnící podmínky na našem i světovém trhu. A to takovým způsobem, aby podnik jednak získal zisk a aby mohl svým zákazníkům nabízet lepší podmínky a servis a tím si zachoval jejich důvěru do budoucna a zajistil si tak svou prosperitu.

Z těchto důvodů je současným trendem v oblasti výrobních podniků snaha o zvyšování kvality výrobků a o dosažení maximální efektivnosti jejich výroby. Právě těmito aspekty se také zabývá podnik BOS Automotive.

Tato práce se proto zabývá možným zefektivněním při montáži luggage cover – C5 (kryt zavazadlového prostoru automobilu AUDI A6 Combi), která je součástí jmenovaného podniku.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část se zabývá metodami pro měření spotřeby času potřebného na vykonání práce. Zejména se zabývá metodami předem určených časů, kterými lze zjistit spotřebu času na pracovišti které je ještě ve fázi návrhu. Dále jsou v této části uvedeny vztahy pro kapacitní propočty a základní pravidla pro návrh layoutu. V praktické části je provedena analýza metodou předem určených časů na pracovišti předmontáže navíjecích mechanismů. Vzniklé časy operací jsou dále použity pro kapacitní výpočty na jejichž základě stojí návrhy na změnu stávajícího layoutu montážního pracoviště tak, aby výroba probíhala efektivněji. Z pracoviště předmontáže putují navíjecí mechanismy do meziskladu („nádraží“) odkud dále pokračují přes celou šířku výrobní haly na pracoviště konečná montáž. Tento proces je na první pohled velmi zdlouhavý a ne hospodárný a proto se v podniku uvažuje

o možnosti obě tyto pracoviště spojit v jedno. Praktická část se pokouší objasnit, jestli je toto spojení vůbec možné a dále se snaží nalézt nejlepší a nejjednodušší řešení.

Cílem práce tedy je analyzovat současný stav, určit spotřebu času pracoviště předmontáže mechanismů integrovaného do pracoviště konečná montáž a pokusit se nalézt možné řešení uspořádání tohoto pracoviště (layout).

2. Teoretická část

2.1. Měření spotřeby času

Jen pokud dokážeš změřit to o čem mluvíš a vyjádřit to číselně víš o čem mluvíš.

Lord Kelvin

Studium pracovních metod je základní technikou pro redukci potřeby práce formou eliminace nepotřebných pohybů a nahrazením špatných pracovních postupů lepšími.

Měření práce je zaměřené na přezkoumávání, redukci a následnou eliminaci neefektivního času, který se vyskytuje při vykonávání práce.

Techniky měření práce:

- Pracovní snímky
- Strukturované odhady
- Časové studie
- Předdefinované časové normy

Měření práce je souhrnný název pro soubor dílčích technik pro stanovení spotřeby času při vykonávání spotřeby práce zkušeným pracovníkem, který pracuje normálním tempem. Při normování spotřeby práce jsou techniky měření spotřeby času zaměřené na zjišťování, posuzování a vyhodnocování spotřeby času v rámci výrobního procesu. Umožňují na základě rozboru uskutečněných pracovních dějů a měření jejich časů pro budoucí pracovní činnost předpokládanou nutnou spotřebu pracovního času. Časové hledisko je základem při studiu práce a umožňuje vyjádřit náročnost děje ve zkoumaném systému. Pro účely měření spotřeby času se používají kromě časových studií i pohybové studie. Pohybové studie jsou zaměřené na zkoumání pracovního procesu z pohledu prostoru a času. Mezi nejznámější je možno zařadit metody předem určených časů, které se v současnosti začínají hromadně používat v podnicích ve střední Evropě.[2]

2.2. Postup při měření práce

Podle IPA Slovakia Žilina[2]:

1. Výběr práce, která se má měřit.
2. Kritické přezkoumání způsobu práce tzn. detailní studium a kritické přehodnocování pracovního postupu (sekvence pohybů) a podmínek se

kterými se vykonává. Jednotlivé činnosti (pohyby) jsou rozdělené na produktivní a neproduktivní.

3. Měření množství práce potřebného pro vykonání jednotlivých činností (pohybů) použitím nejvhodnější měřicí techniky. Používané techniky pro měření lze rozdělit podle jejich základního principu.
4. Definice přesného pracovního postupu, pracovních podmínek a normy času s respektováním případného přídatku na oddych, osobní potřeby atd.

Pro porovnání je zde uveden postup podle ILO Ženeva[2]:

1. Vyber – práci, která má být měřená
2. Zaznamenej – postup práce (sekvence pohybů) a podmínky se kterými se vykonává.
3. Přezkoumej – kriticky způsob jakým je práce vykonávána nebo je pracovní postup nejefektivnější. Rozděl pohyby na produktivní a neproduktivní.
4. Měř – množství práce jednotlivých pohybů použitím vhodné měřicí techniky.
5. Sestav – normu času pro operaci, která by měla obsahovat přídavek na oddech, osobní potřeby atd.
6. Definuj – přesně posloupnost činností a postup operace, definuj normu času.

2.3. Význam měření práce

Hlavním účelem měření spotřeby času je zjistit dobu trvání jednotlivých složek práce. Teprve potom je možné navrhnout normu pracovního postupu, zjistit příčiny a velikost časových ztrát a získat podklady pro stanovení časových norem. Výsledky měření spotřeby času a následná standardizace časových hodnot jsou v podniku nepostradatelné pro spoustu odborných útvarů, např. pro:

- Kapacitní plánování
- Plánování potřeby pracovních sil a mzdových prostředků
- Stanovení jednotkových nákladů a cen
- Účelné využívání pracovního času
- Měření výkonu pracovníků a jejich odměňování
- Využití pracovníků ve výrobním týmu

- Pro plánování a řízení výroby
- Pro stanovení spotřeby práce pro budoucí zakázky

2.4. Použití metod měření práce

Metody měření spotřeby času se používají při zjišťování nedostatků v organizaci práce a v pracovním postupu nebo při návrhu nového pracoviště. Měření spotřeby času probíhá většinou na výrobní úrovni, avšak tyto metody jsou vhodné i pro použití v oblasti služeb nebo administrativy.

2.5. Dělení časových studií

Časové studie je možné rozčlenit do dvou velkých skupin podle způsobu zjišťování a měření času a to[2]:

- Časové studie kontinuální
- Časové studie momentové

Kontinuální časové studie se dále dělí na:

- Snímek operace
 - Snímek průběhu práce
 - Chronometráž
 - Plynulá
 - Výběrová
 - Obkročná
 - Filmová nahrávka
- Snímek pracovního dne
 - Jednotlivce
 - Hromadný
 - Pracovního týmu
 - Vlastní
- Snímek dvoustranného pozorování

Časové studie kontinuální vychází z údajů, které jsou zjištěné plynulým nepřerušovaným měřením.

Časové studie momentové vychází z údajů zjištěných měřením v náhodně volených okamžicích v průběhu pracovního dne.

Snímky operace se zaměřují na studium pracovní operace nebo pracovního cyklu

Snímky průběhu práce se sestavují u časově náročných operací u nichž není možné předvídat jejich průběh a jejichž cyklus je nepravidelný. V průběhu celé doby pozorování a měření se zaznamenává každý druh práce a přestávek a velikost jejich spotřeby času. Lze říct, že je to kombinace snímku pracovního dne a chronometráže.

Chronometráž je nejpoužívanějším snímkem operace. Je vhodná pro cyklické, pravidelně se opakující činnosti.

Plynulá chronometráž je metoda nepřetržitého pozorování spotřeby času pro všechny úkony zkoumané operace. Používá se hlavně v podmínkách sériové a hromadné výroby, kde většinou již dopředu poznat sled a počet pravidelně se opakujících úkonů zkoumané operace.

Výběrová chronometráž nezkoumá celou operaci, jen některé pravidelně nebo nepravidelně se opakující dopředu známé úkony. Zaznamenávají se jen časy začátku a konce vybraných úkonů.

Obkročná chronometráž znamená pozorování a měření spotřeby času velmi krátkých úseků operace (úkonů). Několik krátkých úseků operace se seskupí do jednoho měřitelného komplexu. Používá se jen výjimečně a většinou jako nouzové měření.

Snímky pracovního dne se zaměřují na využití pracovní doby, organizaci pracoviště, ztráty způsobené i nezpůsobené operátorem atd. Tyto snímky zaznamenávají spotřebu pracovního času na druhy práce, které v průběhu směny vykonává pozorovaný pracovník. Účelem těchto snímků je získat přehled o objektivní potřebě a spotřebě času na práce, které jsou vymezené pro určité pracoviště.

Snímek pracovního dne jednotlivce - naměřený čas se zaokrouhluje na celé minuty

Snímek pracovního dne hromadný se zaměřuje na spotřebu času více pracovníků, přičemž každý plní samostatný pracovní úkol. Během předem stanoveného intervalu pozorovatel zjistí postupně u každého pracovníka, kterou činnost nebo nečinnost právě provádí a zaznamená ji pod jeho pořadové číslo.

Snímek pracovního dne týmu je zaměřený na určení spotřeby času více pracovníků vykonávajících společný pracovní úkol.

Vlastní provádí sám pracovník, slouží k samozjištění ztrátových časů

2.6. Podstata metod předem učených časů

Lidská práce je velmi rozmanitá činnost. Při její podrobné analýze se však zjistilo, že se skládá se souboru úkonů a pohybů, které se pravidelně opakují. Tyto základní prvky práce se často nazývají jako základní pohyby (např. sáhnout, uchopit, přemístit atd.). Zkoumáním takovýchto pohybů bylo zjištěno, že v určitých přiměřených tolerancích je čas který potřebují zkušení pracovníci na zvládnutí stejného úkonu u všech stejný. Na základě toho bylo možné statisticky určit časové hodnoty příslušných základních pohybů.

2.7. Historie a vývoj metody MTM

Zatím co metody momentového pozorování, snímky pracovního dne nebo operace jsou metodami přímého měření a pozorování spotřeby času se metoda MTM (methods time measurement) a její mladší následovnice řadí mezi metody předem určených časů. Na přelomu 19/20 století vyvinul Frederic W. Taylor tzv. vědecký management, který byl založený na časovém přístupu k pracovnímu výkonu. Základním předpokladem vědeckého managementu bylo tvrzení že:

„nejlepších výsledků lze dosáhnout, když má pracovník přesně určeno co má udělat, za jakou dobu to má udělat a jaké způsoby výroby k tomu má použít“

Taylor dělil komplexní pracovní činnosti na jednotlivé operace, které měřil stopkami. Zdůrazňoval význam pracovních metod, jeho následovníci se však zaměřovali hlavně na čas. [2]

Taylorův následovník Frank B. Gilbrethov používal k řešení dané problematiky dvou základních přístupů:

- Činnosti vykonávané při podrobné analýze práce nás stimulují k následnému zlepšení
- Vyhodnocení alternativních pracovních metod je založeno na porovnání počtu potřebných pohybů. Lepší metoda je ta, která vyžaduje méně pohybů

A.B.Segur (1927) má zásluhu na přiřazení rozměru času do pohybových studií. Tvrdil, že. *„čas potřebný na vykonání základních pohybů je pro všechny pracovníky stejný“*. V letech 1919 – 1925 sestavil soustavu MTA (motion time analysis) [2].

Po druhé světové válce H.B.Maynard, G.J.Stegermenten aj.L. Schwab vyvinuli systém MTM (1948) pro Westinghouse Electric corporation v USA. Tato metoda se rychle rozšířila kromě USA prakticky do celého světa

Roku 1965 byla vyvinuta metoda MTM 2, která vedla k rapidnímu zvýšení použitelnosti této metody. Jednotlivým činnostem Maynard přiřadil symboly[2].

2.8. Definice MTM

MTM je metoda, která analyzuje manuální činnosti na základní pohyby, které je nutné vykonat a přiřazuje každému pohybu předdefinovanou časovou normu, která je závislá na druhu pohybu a podmínkách v kterých je pohyb vykonáván. MTM studuje a poskytuje informace o:

- Pohybových omezeních (některé pohyby jsou omezeny jinými pohyby)
- Možných kombinací pohybů (kritické i nekritické cesty)
- Identifikaci neefektivních nebo zbytečných pohybů
- Zlepšování existujících výrobních metod a snížení potřeby práce
- Vytvoření časových norem
- Výběru efektivního zařízení

Tato metoda přiřazuje základním pohybům v závislosti na délce pohybu předem určené časy zjištěných na základě dlouhodobých měření práce.

2.9. Časové jednotky

V předdefinovaných systémech měření práce se používá jednotka 1 TMU (time measurement unit), která je přímo úměrná času.

$$1 \text{ TMU} = 0,00001 \text{ hodiny} = 0,0006 \text{ minuty} = 0,036 \text{ sekundy}$$

$$1 \text{ hodina} = 100\,000 \text{ TMU}, 1 \text{ minuta} = 1\,667 \text{ TMU}, 1 \text{ sekunda} = 27,8 \text{ TMU}$$

2.10. Princip metody MTM

Každou manuální práci je možné rozdělit na základní pohyby, z kterých je možné zpětně vytvořit jakýkoliv pracovní postup. Pro tyto základní pohyby jsou v tabulkách uvedeny jim odpovídající časové hodnoty. Takto vzniká vzájemná vazba mezi faktory pohybu a času. To umožňuje pomocí této metody přesně popsat vymezený pracovní postup a jeho podmínky, ale i určí jeho spotřebu času. Při tomto postupu můžeme takřka vyloučit užití stopek pro účely normování práce. Časové normativy MTM jsou souhrnně zpracované do tabulky přičemž jednotlivé druhy pohybů jsou označeny jednotnými a mezinárodně uznávanými symboly. Potřebný čas na vykonání daných pohybů ovlivňují zejména tyto faktory[2]:

- Vzdálenost (měřená v cm)
- Hmotnost (vyjádřená v kg)
- Úhel (ve stupních)

Konkrétní případy pohybu což jsou:

- Pohyby horních končetin (8 pohybů)
- Pohyby očí (2 pohyby)
- Pohyby těla a dolních končetin (15 pohybů)

Tato základní metoda je označena jako MTM 1 a umožňuje podrobně analyzovat práci na základní pohyby. Získávání takto podrobných přesných hodnot je z pohledu analytika velice časově náročná činnost. V praxi je často potřeba analyzovat dlouhé pracovní operace a s použitím MTM 1 by náklady na analýzu mohly být tak vysoké, že by ztratila svůj efekt. Pro tyto případy byly vyvinuty další stupně MTM.

Stupeň MTM	Podrobnost analýzy	Doba operace (min)
MTM 1	Základní pohyby	0,1 – 0,5
MTM 2	Komplex pohybů	0,5 – 3
MTM 3	Úkony operace	3 – 30
MTM 4	Úseky operace	30 – 1800
MTM 5	Operace jako celek	Více než 1800

Tab.2.1. Srovnání stupňů metody MTM (převzato a upraveno z [2])

2.11. Výhody metod MTM

- Umožňuje podrobný a přesný popis pracovního postupu a to i v době přípravy nových výrob. To je obzvlášť důležité při vyjasňování výrobních podmínek a rozdělování pracovní náplně mezi jednotlivá pracoviště
- Snižuje potřebu stopek při stanovení norem času
- Umožňuje vytvářet časové normy na srovnatelné úrovni
- Umožňuje rovnoměrné rozložení pracovní náplně mezi jednotlivá pracoviště
- Umožňuje analýzy alternativních řešení a výběru nejvhodnější varianty
- Umožňuje přesné stanovení pracovního postupu
- Umožňuje reprodukovatelnost určování normy času
- Jiný názor na hospodárnost pracovní metody nebo na spotřebu času je možné věcně vysvětlit.
- Odpadá posuzování stupně výkonu jako u metod používajících stopky. Všechny časy odpovídají jednotné výkonnostní úrovni.

2.12. Nevýhody metod MTM

- Některé tyto systémy jsou komplikované a je poměrně obtížné se je naučit používat
- Analytik, který je bude používat musí mít praxi aby je používal správně
- Některé systémy nedokáží dostatečně přesně popsat určité pohyby např. přenesení prázdné sklenice a přenesení sklenice s vodou jsou stejně časově ohodnoceny
- Neumožňují definovat pohyby v nestandardních podmínkách např. práce v ochranném oděvu neumožňuje úplnou pohybovou volnost
- Strojní čas, procesní čas a čas čekání nelze měřit těmito metodami
- Časy zjištěné těmito metodami jsou průměrkované a nemusí vždy přesně odpovídat dávkové výrobě nebo neopakovatelné výrobě.

2.13. Měření práce metodou MOST

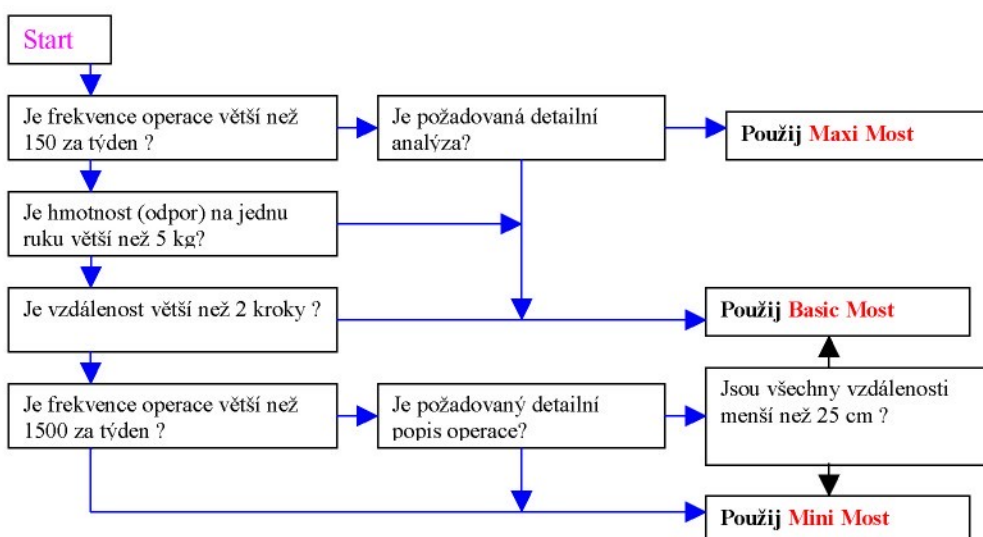
Systém MOST vznikl v roce 1980 v USA ve společnosti Maynard corporation. Jeho tvůrce se jmenoval Zandin. V této době byl již velmi rozšířen systém MTM, ale analytiky velmi časově zaměstnával a proto bylo potřeba najít něco rychlejšího, co by přinášelo stejné výsledky jako MTM. Vznikla koncepce MOST (Maynard Operation Sequence Technique). Ve fyzice je práce definovaná jako vyvinutá síla násobená vzdáleností tzn. přemístování hmoty. Tento vztah se celkem dobře hodí na největší část každodenně vykonávané práce (např. vedení tužky po papíru, zvedání těžké palety atd.). Výjimkou v této koncepci je myšlenkový proces (čas myšlení), protože během něj se nepřemísťují žádné předměty. Základní jednotky práce by měly být dosaženy prostým přemísťováním předmětů. Proto se systém MOST koncentruje na přemísťování předmětů[2].

2.14. Úrovně systému MOST

MOST je podobně jako MTM rozdělen do tří stupňů podle délky zkoumané operace. Tyto stupně jsou:

- **MaxiMOST**
- **BasicMOST**
- **MiniMOST**

Volba úrovně systému Most:



Obr. 2.1. Schéma volby úrovně systému MOST (převzato a upraveno z [1])

2.15. Základní principy systému BasicMOST

Jak již bylo řečeno MOST se zaměřuje na pohyb objektů. Pohyb může být v zásadě uskutečněn dvěma způsoby:

- Uchopení a přesun objektů volně v prostoru
- Uchopení a přesun objektu v prostoru tak, že je ve stálém kontaktu s nějakým jiným povrchem

U obou způsobů pohybu dochází během pohybu k jiným událostem a proto jsou popsány různými sekvenčními modely. Pro popis manuální práce jsou potřebné tři sekvenční modely a čtvrtý slouží pro popis práce s ručním jeřábem.

- **Obecné přemístění** – volný pohyb objektu v prostoru
- **Řízené přemístění** – vázaný pohyb objektu v prostoru. V průběhu pohybu zůstává v kontaktu s jiným povrchem, popř. se součástí jiného pohybujícího se předmětu
- **Použití nástroje** – pohyb s využitím běžně používaných nástrojů
- **Ruční jeřáb** – přemístění objektu s použitím ručního jeřábu

2.16. Základní sekvenční modely

2.16.1. Obecné přemístění

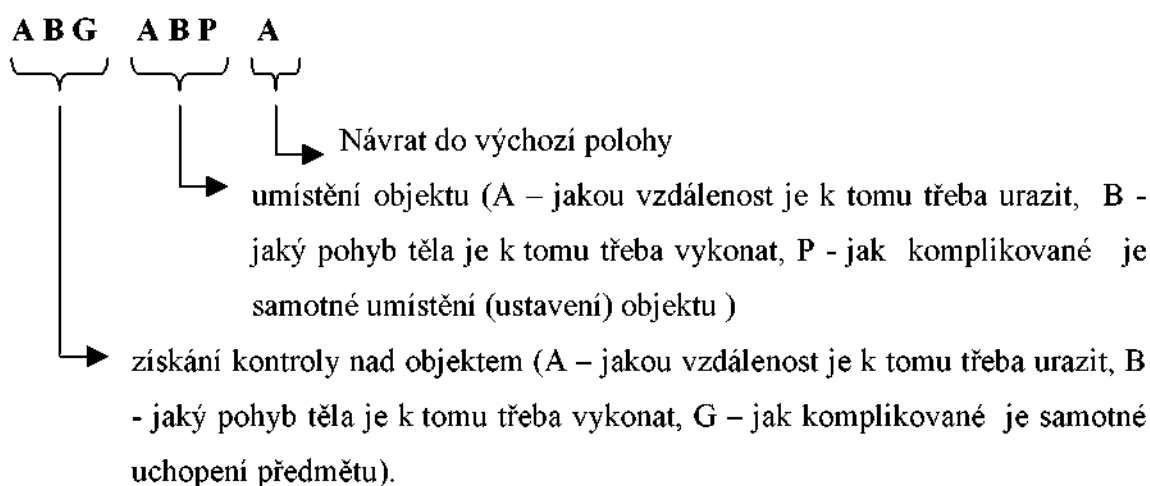
Tato sekvence má následující posloupnost pohybů:

- Sáhout jednou nebo oběma rukama na určitou vzdálenost k objektu (v dosahu nebo s vykonáním určitého počtu kroků, případně s pohybem těla)
- Získat manuální kontrolu nad objektem
- Přemístit objekt ve volném prostoru (v dosahu nebo s vykonáním určitého počtu kroků, případně s pohybem těla)
- Umístit objekt s větší či menší přesností na požadované místo
- Vrátit se do původní pozice

Pro popis všech pohybů používá obecné přemístění 4 subaktivity, a to:

- **A** – akce na určitou vzdálenost, většinou horizontálně
- **B** – pohyb těla, většinou vertikálně
- **G** – získání kontroly nad objektem
- **P** – umístění objektu

Tyto subaktivity jsou sestaveny do sekvenčních modelů v následujícím pořadí



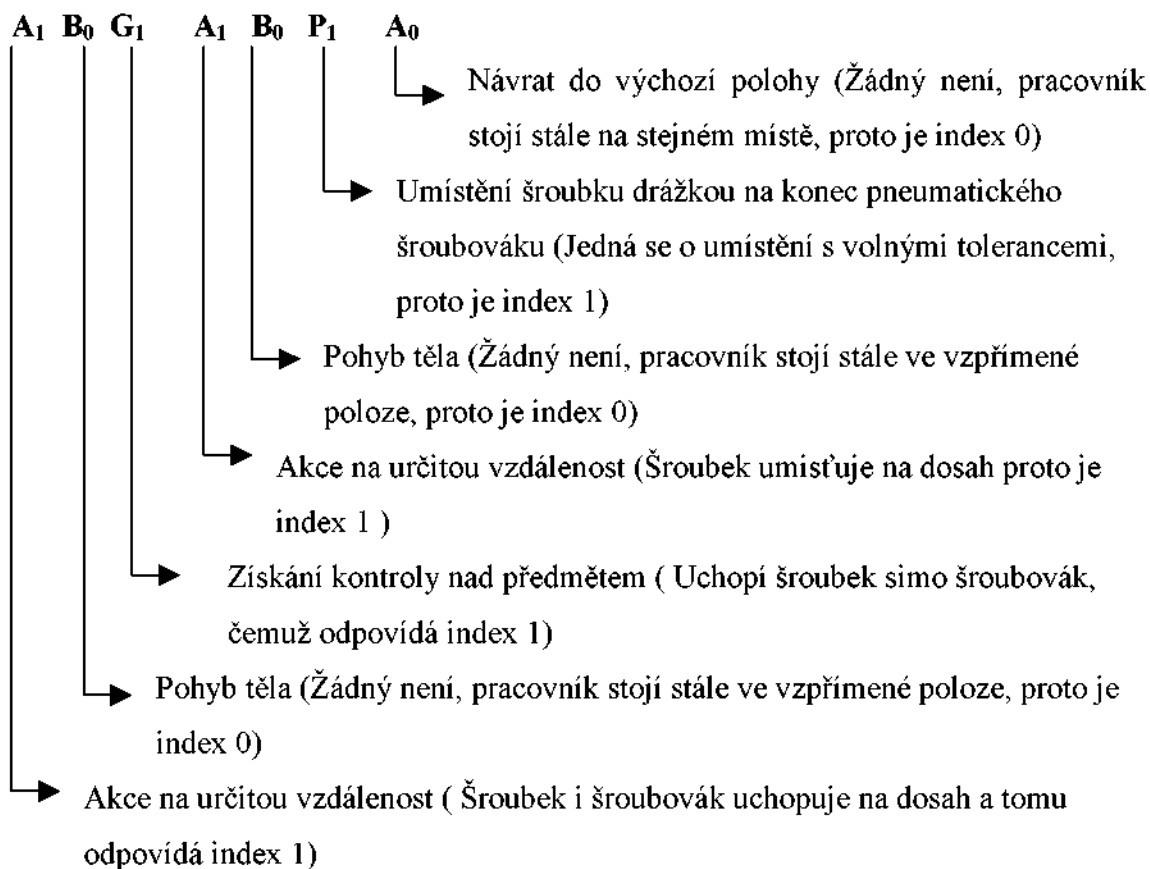
Každé subaktivitě v konkrétním sekvenčním modelu je přiřazen index, jehož hodnota je úměrná náročnosti subaktivity. Potom se hodnoty všech indexů daného sekvenčního modelu sečtou, vynásobí se deseti a tato hodnota je časová náročnost dané sekvence v jednotkách TMU.

Pro názornost je zde uveden příklad konkrétní sekvence a jí odpovídajícího sekvenčního modelu.

Sekvence: Uchopit šroubovák, simo¹ uchopit šroubek a nasadit ho na magnetický šroubovák

¹ Pozn. Uchopit nějaký předmět simo znamená, že je uchopen jednou rukou zatímco druhá ruka v tu samou chvíli uchopuje něco jiného. Simo lze uchopit jen lehké, snadno uchopitelné předměty. Celkový čas potom není větší než čas potřebný na uchopení jednoho předmětu.

Sekvenční model:



$$(1 + 0 + 1 + 1 + 0 + 1 + 0) \times 10 = 40 \text{ TMU}$$

(Doba trvání sekvence = 40 TMU x 0,036 sekundy = 1,44 sekundy)

2.16.2. Řízené přemístění

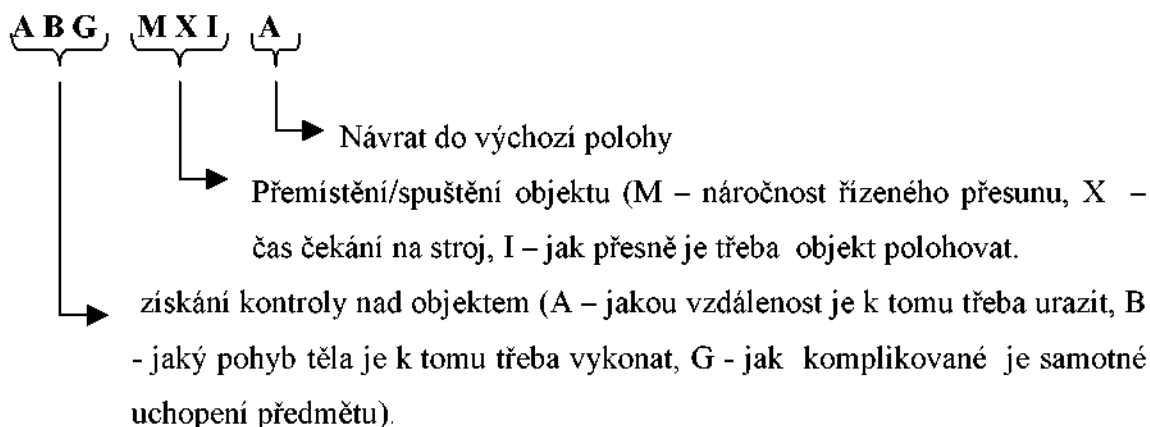
Tato sekvence používá následující posloupnost pohybů:

- Sáhnout jednou nebo oběma rukama na určitou vzdálenost k objektu (v dosahu nebo s vykonáním určitého počtu kroků, případně s pohybem těla)
- Získat manuální kontrolu nad objektem
- Přemístit objekt po řízené dráze (v dosahu nebo vykonáním určitého počtu kroků)
- Prostor pro vykonání strojní operace na objektu (procesní čas)
- Vyrovnání objektu (např. zaparkování ručního vozíku)
- Návrat do výchozí pozice

Pro popis všech pohybů se používají při řízeném přemístění následující subaktivity:

- **A** – akce na určitou vzdálenost
- **B** – pohyb těla
- **G** – získání kontroly nad objektem
- **M** – řízený přesun (tlačit, táhnout, otáčet)
- **X** – Procesní čas
- **I** – vyrovnaní objektu

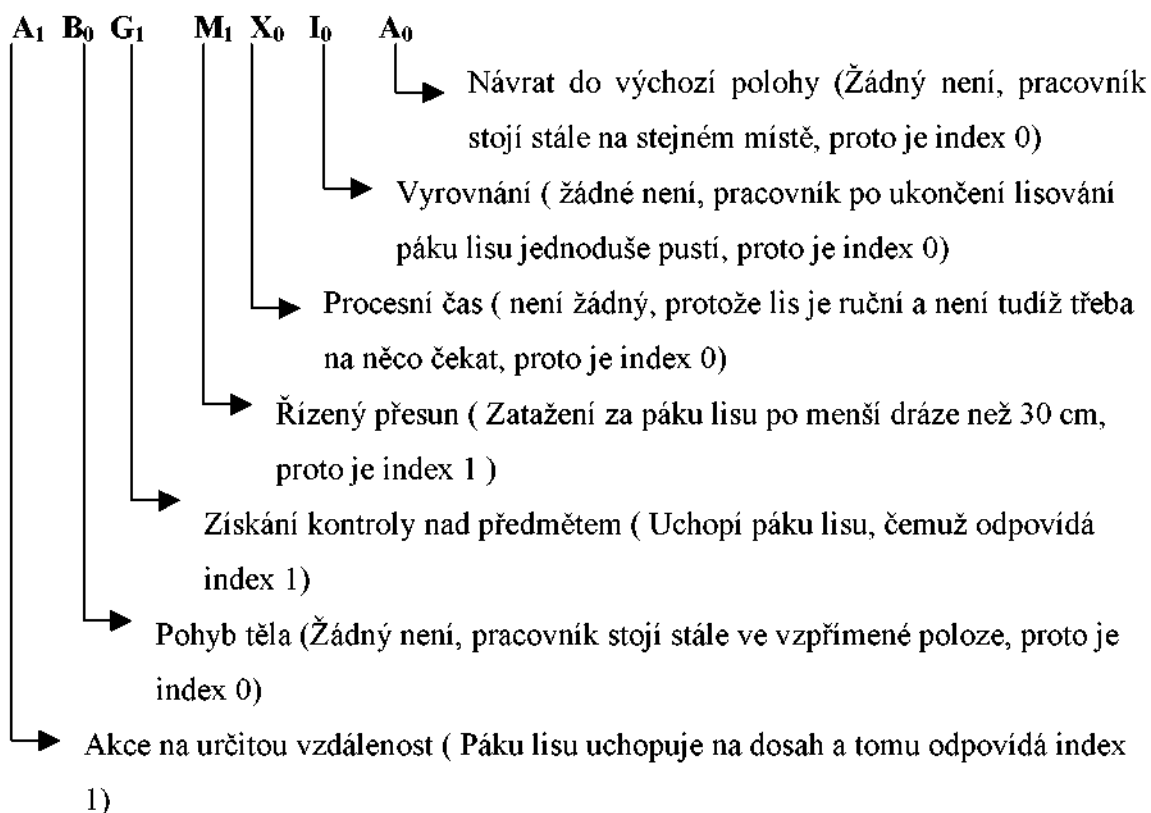
Tyto subaktivity jsou sestaveny do sekvenčních modelů v následujícím pořadí



Konkrétní příklad sekvence a sekvenčního modelu:

Sekvence: Uchopit páku ručního lisu a lisovat

Sekvenční model:



$$(1 + 0 + 1 + 1 + 0 + 0 + 0) \times 10 = 30 \text{ TMU}$$

(Doba trvání sekvence = 30 TMU x 0,036 sekundy = 1,08 sekundy)

2.16.3. Použití nástroje

Sekvence použití nástroje je popsána následujícím sledem pohybů:

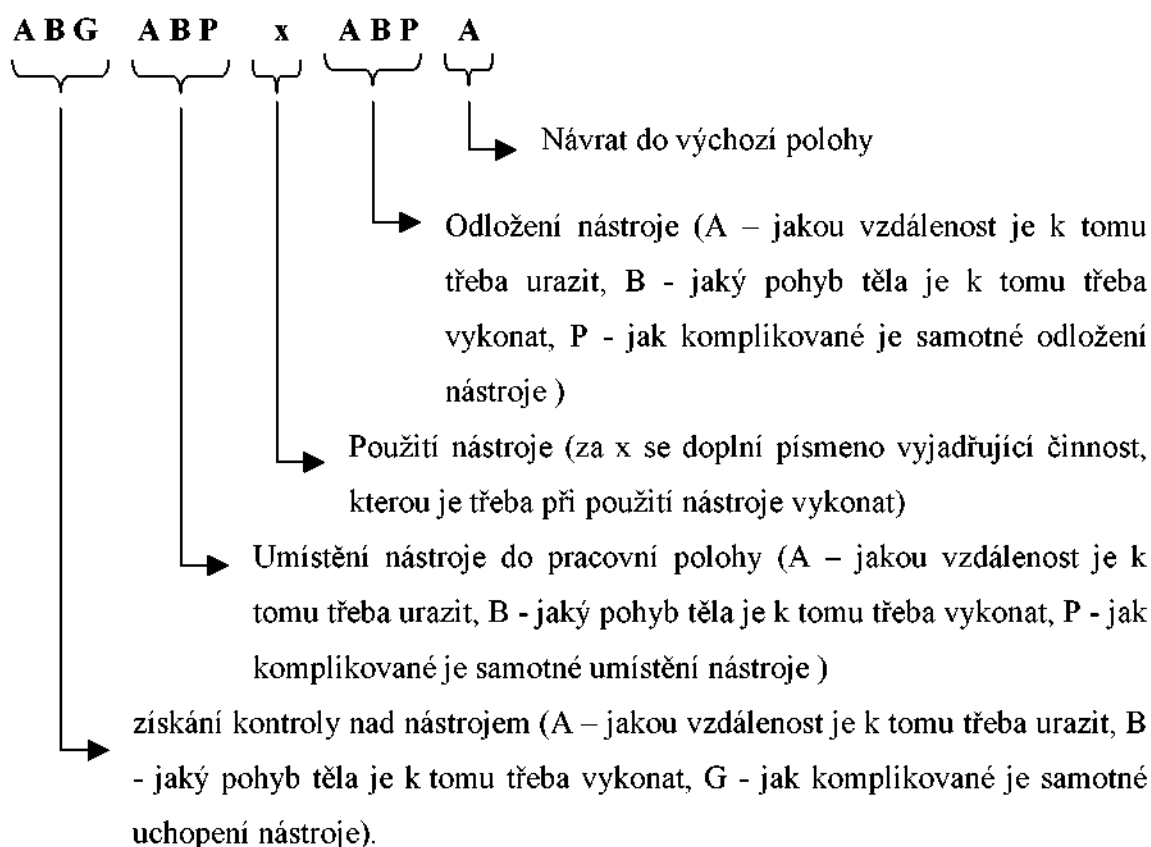
- Sáhnut jednou nebo oběma rukama na určitou vzdálenost k nástroji (v dosahu nebo s vykonáním určitého počtu kroků, případně s pohybem těla)
- Získat manuální kontrolu nad nástrojem
- Umístit nástroj na místo, kde bude použit buď přímo nebo ve spojení s pohybem těla
- Použít nástroj

- Odložit nástroj (ponechat si nástroj v ruce, položit ho stranou, vrátit nástroj na jeho původní místo nebo ho přemístit na nové místo jeho použití a to buď přímo nebo ve spojení s pohybem těla)
- Vrátit se do výchozí pozice

Pro popis všech pohybů se používají při práci s použitím nástroje následující subaktivity:

- **A** – akce na určitou vzdálenost
- **B** – pohyb těla
- **G** – získání kontroly nad objektem
- **P** – umístění objektu
- Subaktivity pro použití nástroje a to jsou:
 - **F** – utáhnout, tento parametr se používá pro vykonání manuální nebo mechanické montáže s využitím činnosti prstů, zápěstí, paže nebo ručního nástroje.
 - **L** – povolit, tento parametr se používá pro vykonání manuální nebo mechanické demontáže s využitím činnosti prstů, zápěstí, paže nebo ručního nástroje.
 - **C** – dělit, tento parametr se používá pro manuální činnosti na oddělení, rozdělení nebo odstranění částí součástky použitím řezného nástroje nebo kleští (nůžek).
 - **S** – povrchová úprava, tento parametr se používá pro vykonání činností, jejichž cílem je odstranění nechtěného materiálu nebo jeho části nebo nanášení substancí, natírání, leštění povrchu objektu.
 - **M** – měření, tento parametr se používá pro určení fyzických vlastností objektu porovnáním s normovaným měřicím zařízením.
 - **R** – zaznamenávání, tento parametr se používá pro vykonání činnosti užitím tužky nebo značkovače za účelem zaznamenávání informací
 - **T** - myšlení, tento parametr se používá pro činnost očí a mentální činnosti při získávání informací nebo při kontrole objektu zrakem nebo pomocí prstů

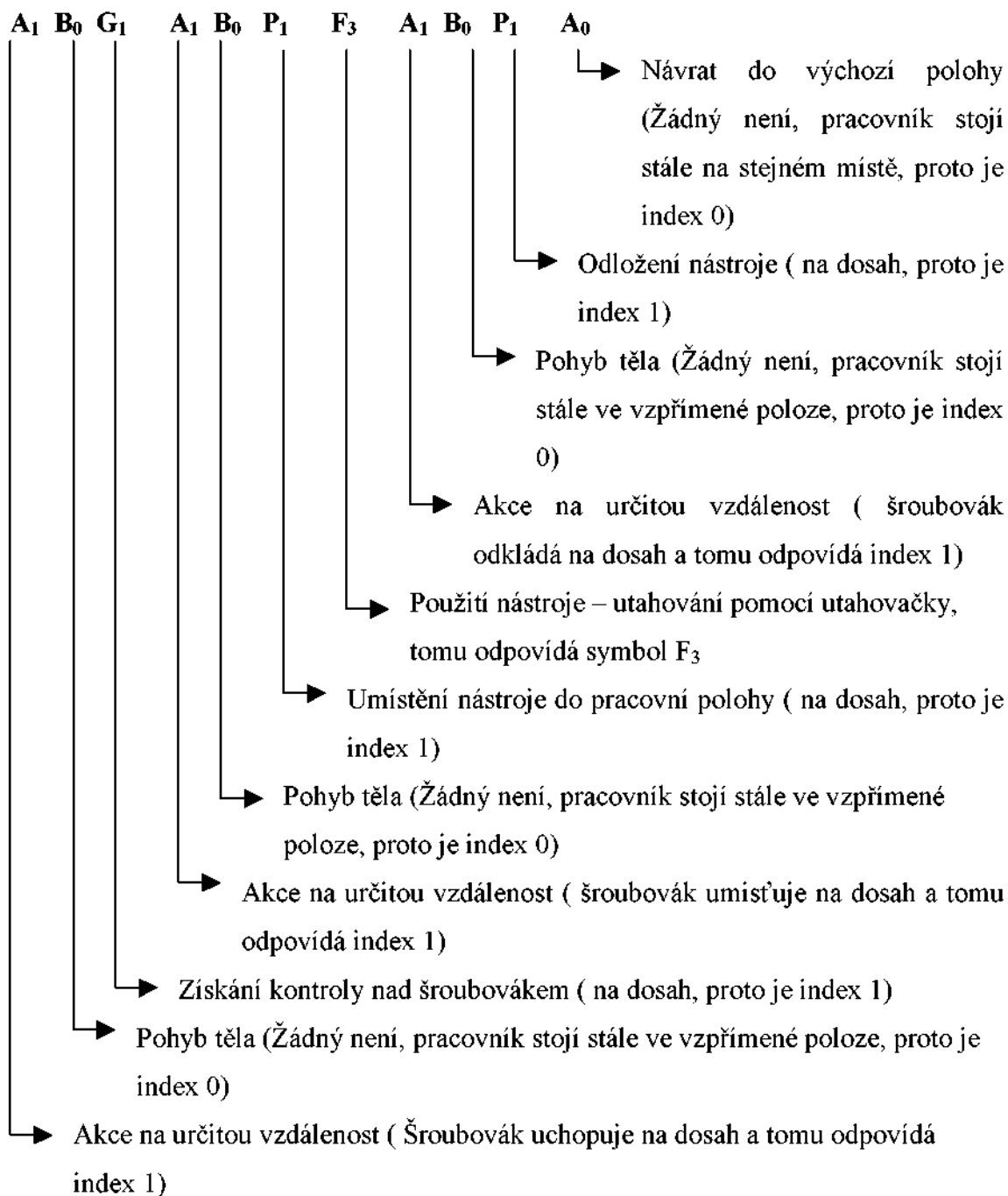
Tyto subaktivity jsou sestaveny do sekvenčních modelů v následujícím pořadí



Konkrétní příklad sekvence a sekvenčního modelu:

Sekvence: Uchopit pneumatický šroubovák, umístit do drážky šroubu, zašroubovat šroub a odložit šroubovák stranou.

Sekvenční model:



$$(1 + 0 + 1 + 1 + 0 + 1 + 3 + 1 + 0 + 1 + 0) \times 10 = 90 \text{ TMU}$$

(Doba trvání sekvence = 90 TMU x 0,036 sekundy = 3,24 sekundy)

2.17. Kapacitní propočty

2.17.1. Výpočet kapacity pracoviště

Kapacita pracoviště udává kolik kusů je toto pracoviště schopno vyrobit za jednotku času, když bude operátor na tomto pracovišti podávat stoprocentní výkon. Spočítá se podle vztahu:

$$N = T/C$$

kde N je kapacita, T je časový fond, který je k dispozici a C je doba výroby jedné jednotky na tomto pracovišti.

2.17.2. Výpočet taktu výroby

Je to časová hodnota do které se musí vejít všechny časy operací, aby bylo možné splnit požadavky zákazníka na počet vyrobených kusů. Obecně lze pro výpočet taktu napsat vztah:

$$\text{Takt} = \frac{s \cdot T_s}{O_D}$$

kde T_s je využitelný časový fond za směnu, O_D je počet požadovaných kusů za den, s je počet směn za den.

2.17.3. Výpočet využití operátorů

Využití operátora je procentuelní podíl z taktu výroby, kdy operátor pracuje běžným způsobem a spočítá se podle vzorce:

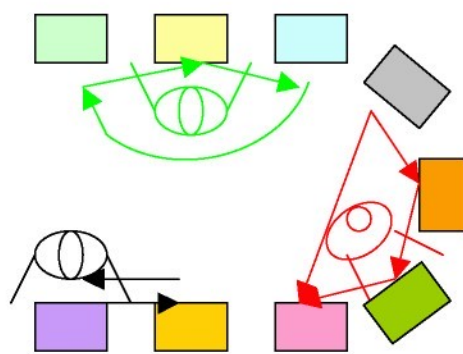
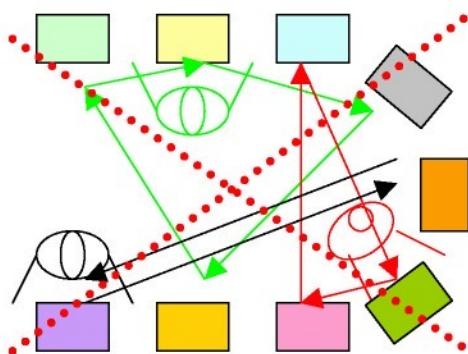
$$V = C/\text{Takt}$$

kde V je využití operátora a C je doba výroby jedné jednotky.

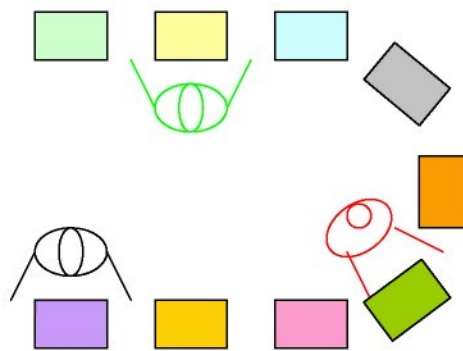
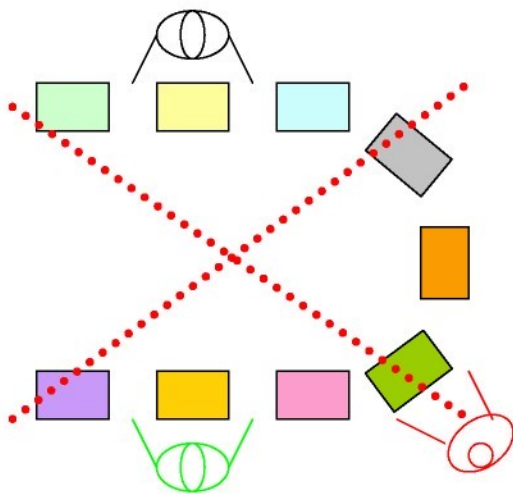
2.18. Návrh layoutu

Hlavní pravidla při návrhu pracoviště jsou:

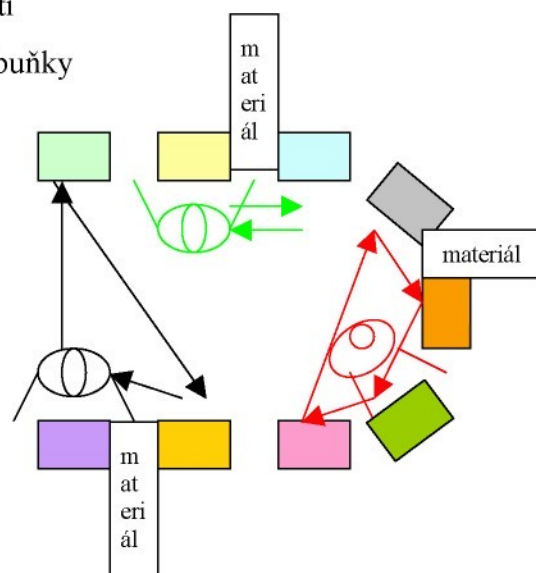
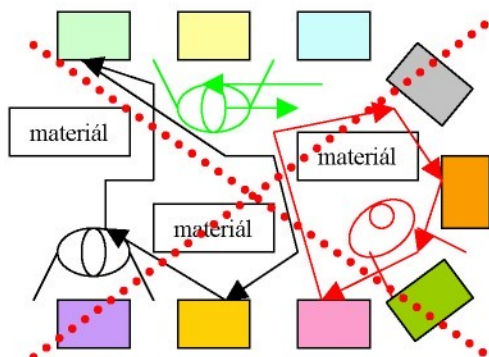
- Trasy pohybu operátorů se nesmí křížit.



- Operátoři by měli pracovat uvnitř výrobní buňky



- Operátoři nesmí být uvězněni na pracovišti
- Materiál by měl přicházet z vnější strany buňky



- Vzdálenosti mezi pracovišti by neměla být příliš velká, aby operátoři nemuseli daleko přecházet mezi pracovišti.
- Plocha pracoviště by neměla být zbytečně velká, ale natolik velká, aby měli pracovníci dostatek prostoru.
- Stroje a zařízení by měli být snadno přestavitelné
- Prostor pro opravy zmetků by měl být mimo výrobní buňku

2.19. DMAIC – strukturovaný přístup k řešení projektu

DMAIC je zkratkou slov Define, Measure, Analyze, Improve a Control (definuj, měř, analyzuj, zlepší a říd'). Každé z nich vyjadřuje jeden bod v postupu řešení jakéhokoliv projektu na řešení problémů ve výrobě.

Define - problém, který se má řešit, je nutné nejprve definovat a popsat jeho dopady na zákazníka i očekávané přínosy projektu. Výsledkem této fáze by měly být srozumitelně a pevně definované cíle.

Measure - zde se hledají kritické znaky kvality výrobku nebo služby, ověří se způsobilost měřících metod a zmapuje se současný stav.

Analyze - v tomto kroku se hledají příčiny problému.

Improve - každá příčina problému je spojena s nějakou proměnnou na vstupu procesu. Pro ty proměnné, které ovlivňují kritické znaky kvality se nalezne nové nastavení. Tím dojde k vyřešení problému (k dosažení žádoucí úrovně způsobilosti procesu).

Control - vytvoří se nebo upraví řídicí mechanismus procesu tak, aby byla dosažená způsobilost dlouhodobě udržitelná.

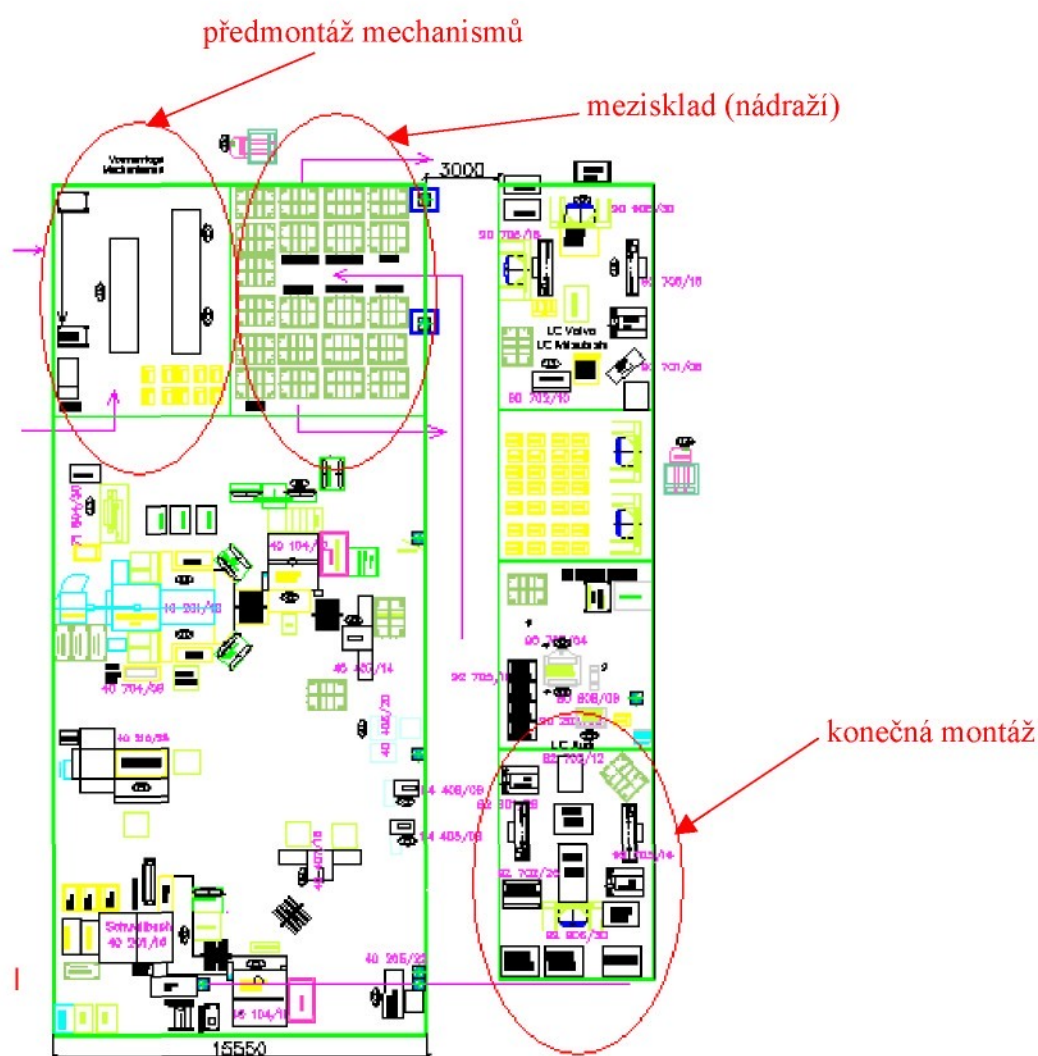
3. Praktická část

3.1. Cíle práce

- Zpřehlednit děje při montáži LC – C5
- Identifikovat a eliminovat plýtvání: - při manipulaci
 - v důsledku velké rozpracovanosti
 - při neefektivním využití výrobní plochy
- Navrhnout optimální řešení

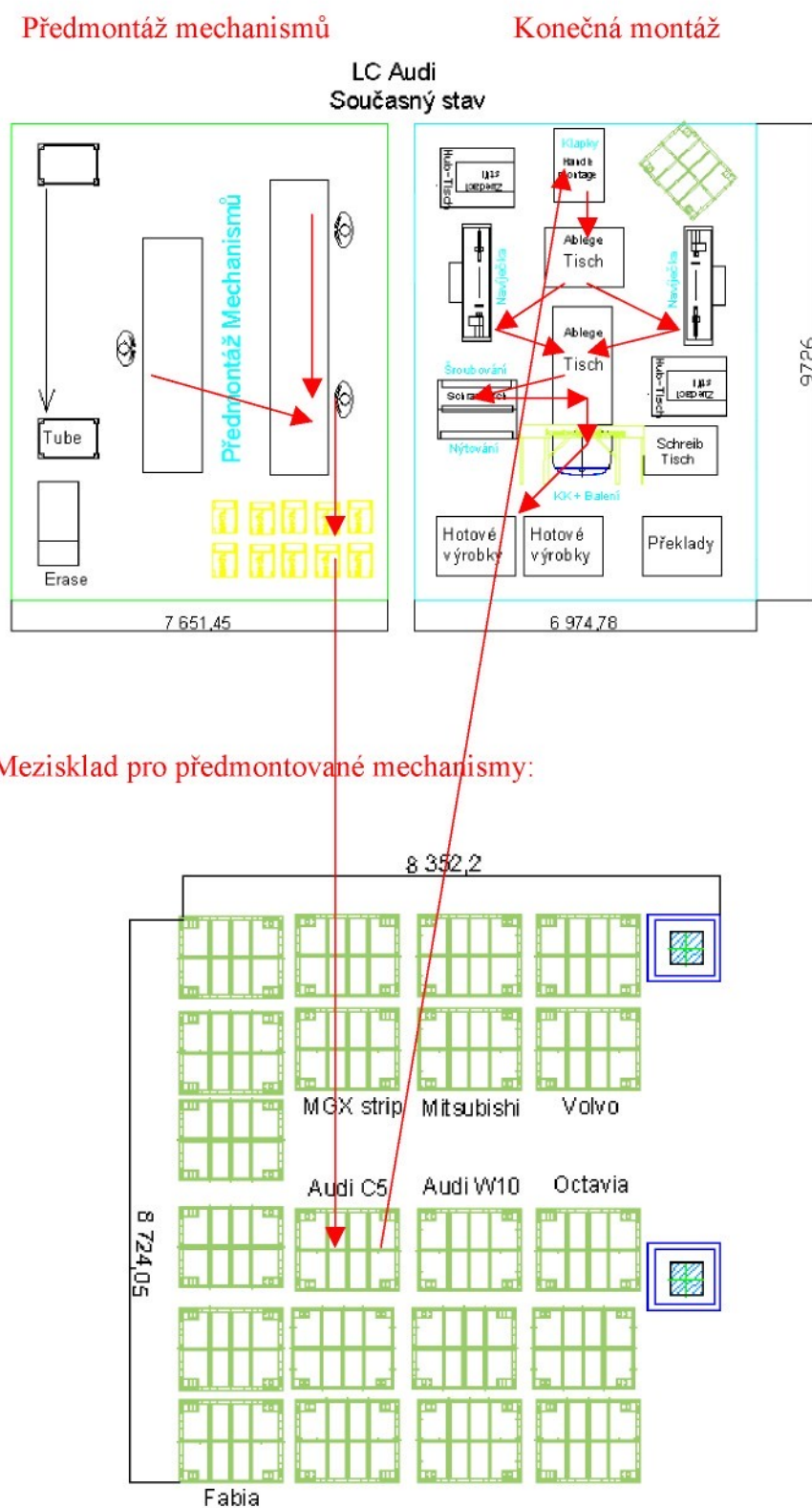
3.2 Popis současného stavu

Hlavním účelem této práce je zefektivnit pracovní proces, tzn. eliminovat plýtvání při montáži LC (luggage cover = kryt zavazadlového prostoru) ve firmě BOS v Klášterci nad Ohří. Jednou z nejméně přehledných částí montáže LC byla výroba produktu C5 tj. kryt zavazadlového prostoru osobního automobilu AUDI A6 Combi a účelem práce je eliminovat plýtvání právě při výrobě tohoto produktu. Montáž LC je v současnosti rozdělena do dvou procesů a to: předmontáž navíjecích mechanismů a konečná montáž. Obě pracoviště byly umístěny na opačných stranách výrobní haly jak je vidět z následujícího layoutu:



Obr. 3.1. Layout celé výroby krytů zavazadlového prostoru (LC) - souč. stav

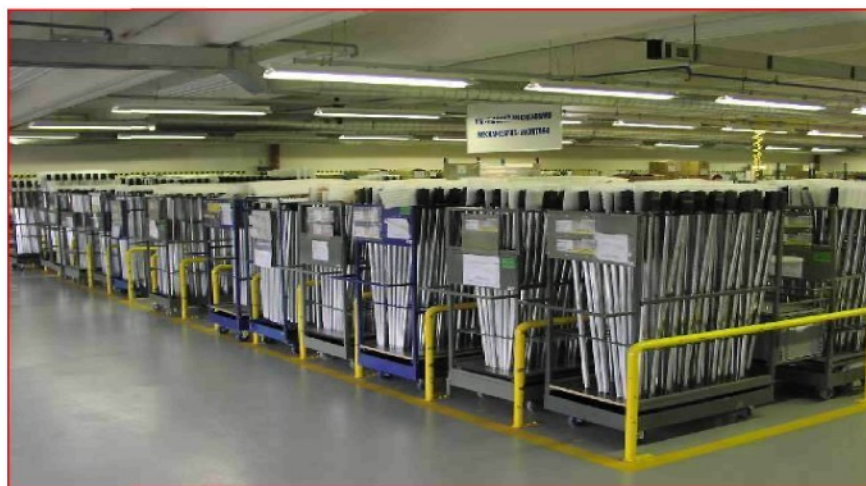
Detailnější pohled s naznačeným tokem materiálu



Obr. 3.2. Layout výroby LC C5, W10 a A4 - souč. stav



Obr.3.3. Předmontáž mechanismů – současný stav



Obr. 3.4. Mezisklad předmontovaných mechanismů – současný stav



Obr. 3.5. Konečná montáž – současný stav

Společným znakem pracovišť předmontáž navíjecích mechanismů a konečná montáž je skutečnost, že se na obou mimo produktu C5 montují produkty A4 a W10 – tzn. kryt zavazadlového prostoru automobilu Škoda Octavia combi a AUDI A2. Pro lepší orientaci v materiálových tocích je zde uvedeno následující schéma:

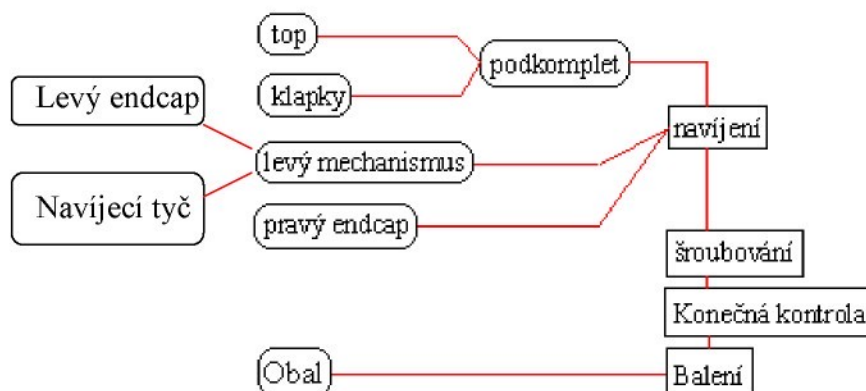
Schéma materiálových toků pro LC produkty A4, W10 a C5:

	A4	W10	C5
vrtní		1	
hook2			
hook3			
mamut			
lepení			
Schwalbach			
Herfurth			
vykrajování 2			
šití 1			
šití 3			
Montáž 1			

Obr. 3.6. Tok materiálu jednotlivými pracovišti při výrobě C5, W10 a A4

Pozn.: U produktů A4 dochází v materiálovém toku k větvení. LC A4 má kromě TOPu (tj. pohyblivá část krytu zavazadlového prostoru která je uchycena v navíjecí tyči) také FLAP (tj. užší část krytu, pevně uchycená v navíjecím mechanismu), TOP se svařuje na svařovačce Schwalbach a FLAP na svařovačce HERFURTH.

Pro lepší představu o montáži produktu C5 je níže uvedeno montážní schema

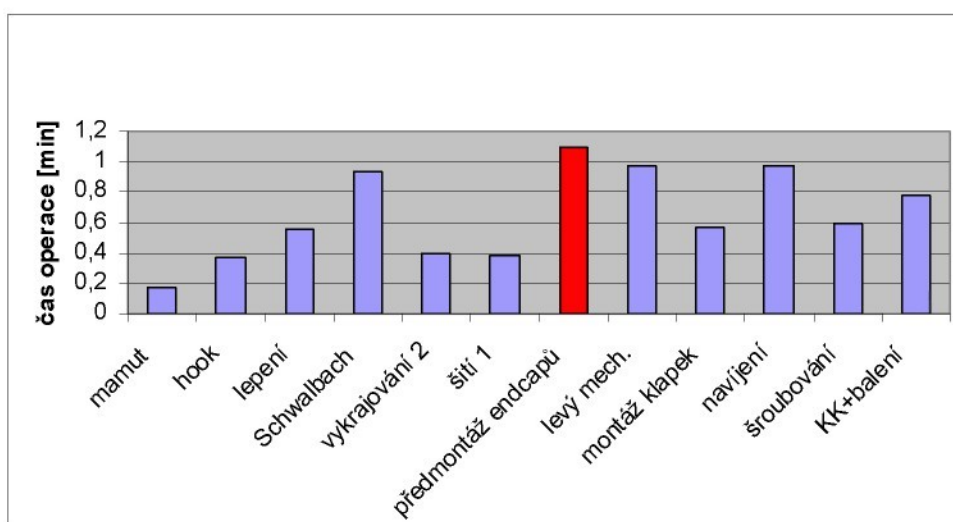


Obr. 3.7. Montážní schéma produktu C5

3.3. Sběr dat

3.3.1. Současné časy při výrobě LC C5

Časy jednotlivých operací celého procesu výroby produktu LC C5. Tyto časy platí jako současné normy a byly naměřeny metodou ReFa (tzn. přímým měřením).



Graf 3.1. Současné časy operací při výrobě celého produktu C5

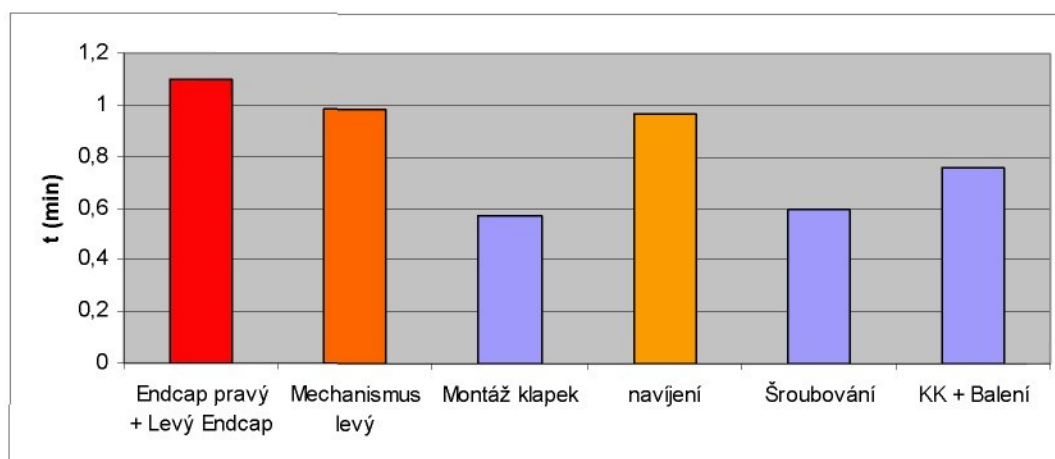
Dále bude práce zaměřena pouze na montážní operace neboť tři nejdelší časy operací se vyskytují právě tam. Společně s časy montáže C5 jsou zde uvedeny i časy operací produktů A4 a W10, protože budou nezbytné při výpočtu využití operátorů.

3.3.2. Současné časy operací při montáži produktů C5, W10 a A4

Produkt C5:

OPERACE	čas [min]
Endcap pravý + Levý Endcap	1,1
Mechanismus levý	0,98
Montáž klapky	0,57
navíjení	0,97
Šroubování	0,6
KK + Balení	0,76

Tab. 3.1. . Současné časy montážních operací při výrobě produktu C5

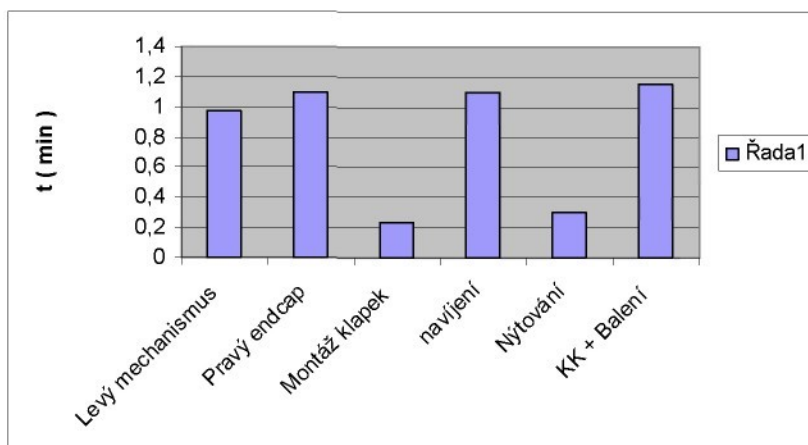


Graf 3.2. . Současné časy montážních operací při výrobě produktu C5

Produkt W10:

OPERACE	čas [min]
Levý mechanismus	0,98
Pravý endcap	1,1
Montáž klapek	0,23
navíjení	1,1
Nýtování	0,3
KK + Balení	1,15

Tab. 3.2. . Současné časy montážních operací při výrobě produktu W10

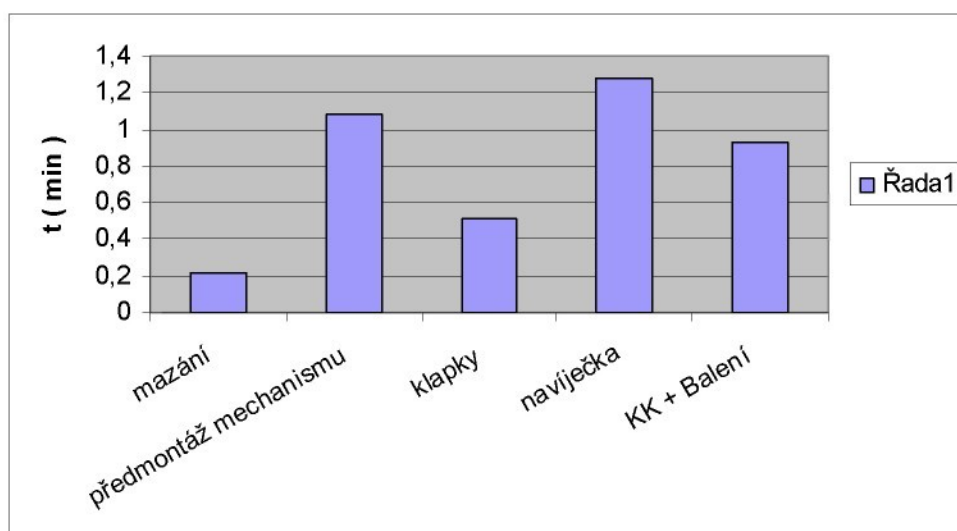


Graf 3.3. . Současné časy montážních operací při výrobě produktu W10

Produkt A4:

OPERACE	čas [min]
mazání	0,22
předmontáž mechanismu	1,08
klapky	0,51
navíječka	1,28
KK + Balení	0,93

Tab. 3.3. . Současné časy montážních operací při výrobě produktu A4



Graf 3.4. . Současné časy montážních operací při výrobě produktu A4

3.4. Analýza plýtvání – současný stav

Jako plýtvání lze označit veškeré činnosti při výrobě, které nepřibližují výrobek směrem k zákazníkovi.

Základními druhy plýtvání jsou plýtvání z:

- Nadvýroby
- Čekání
- Zbytečné manipulace
- Špatného technologického postupu
- Velkých zásob a rozpracovanosti
- Zbytečných pohybů
- Výroby zmetků – chyby a vady
- Nevyužití tvůrčího potenciálu lidí

3.4.1. Analýza manipulace

Interní manipulace – v rámci pracoviště předmontáž C5 (v pravém sloupci je uvedeno kolikrát se příslušná manipulace provede v přepočtu na 100 vyrobených kusů)

Pravý endcap:	Počet kroků	Četnost/100ks
Dojít pro krabici s endcapy a zpět	30	1x
ohnout se a zasunout bednu do vozíku		2x
Levý endcap:		
ohnout se pro filc		20x
Dojít k držáku a zpět	8	2x
Levý mechanismus:		
Dojít pro tyče a zpět	8	2x
Dojít pro pružiny a zpět	8	2x
ohnout se pro úzké košilky		5x
Dojít pro tube role a zpět	14	5x
Dojít k držáku	1	100x
Dojít od držáku k vozíku a zpět	8	100x

Externí manipulace – mezi pracovišti předmontáž C5 a konečná montáž

Odvézt plné vozíky do meziskladu		
a přivést prázdné	80	2x
 Z meziskladu přivést plné vozíky		
na konečnou montáž a odvézt prázdné	110	2x

3.4.2. Analýza velikosti rozpracované výroby C5

Po předmontáži	216ks(4plné vozíky)
Po montáži klappek	40ks
Po navíjení	40ks
Po šroubování	40ks

3.4.3. Velikost současné zastavěné plochy pro montáž LC produktu C5

Plocha předmontáže mechanismů $= 7,651 \times 9,726 = 74,42 \text{ m}^2$

Plocha konečné montáže $= 6,975 \times 9,726 = 67,84 \text{ m}^2$

Plocha meziskladu $= 8,3522 \times 8,72405 = 72,87 \text{ m}^2$

Plocha celkem = 215,13 m²

3.4.4. Počty operátorů

Pracoviště předmontáž se oficiálně skládá ze dvou operací a to montáž levého mechanismu a montáž endcapů, ale jsou zde plně vytíženi 3 operátoři neboť toto pracoviště dodává mechanismy pro všechny vyráběné LC produkty (6 typů). Předpokládá se, že při výrobě produktů C5, W10, A4 by zde postačili 2 operátoři.

Pracoviště konečná montáž se skládá ze 4 operací (C5, W10), Při montáži produktu A4 není operace šroubování/nýtování. Operace konečná kontrola + balení, šroubování/nýtování a montáž klappek mají oproti operaci navíjení dostatečnou časovou rezervu aby je obstarávali 2 operátoři tzn. celk.počet operátorů = 3.

Časy pro přesuny operátorů jsou zahrnuty v časech operací.

3.4.5. Analýza současného stavu – shrnutí

Manipulace - cca celkem 1455 kroků na 100 vyrobených kusů

Zastavěná plocha – cca 215 m²

Počet rozpracovaných kusů – cca 336 ks.

Nejdelší čas operace – Předmontáž endcapů – cca 1,1 min.

Počet operátorů – konečná montáž + předmontáž = 3 + 2 = 5

První tři hodnoty by se měly rapidně snížit spojením obou pracovišť do jednoho, čímž by už nebylo třeba ani meziskladu pro předmontované mechanismy. To bude hlavním cílem návrhu integrace předmontáže mechanismů do konečné montáže LC C5.

3.5. Analýza předmontáže mechanismů metodou Basic MOST®

Z časů operací C5 je vidět že, nejdelší je montáž endcapů a další operace prováděná na pracovišti předmontáže tj. montáž levého mechanismu je hned druhá. Proto bude na místě se při následující analýze zaměřit na celý proces předmontáže C5.

Analýza byla provedena metodou Basic MOST®, která spočívá v detailním rozepsání všech činností. Následuje rozdělení činností do určitých sekvencí, kterým je možné přiřadit příslušný sekvenční model. Ten se potom musí ohodnotit správnými indexy v závislosti na náročnosti činnosti. Součtem všech indexů dané operace a vynásobením deseti se získá hodnota v jednotkách TMU, kterou lze snadno převést na výsledný čas operace.

Jedná se o operace s dobou trvání okolo jedné minuty a nedá se tudíž předpokládat, že by byl analytik schopen zaznamenat potřebné sekvence přímo ve výrobě proto bude prvním krokem analýzy pořízení videozáznamu prováděné operace. Podle něho se vytvoří oindexované sekvenční modely, které se musí sekvence po sekvenci ještě jednou projít nejlépe se samotným operátorem, jež byl natočen nebo s kýmkoliv, kdo zná dokonale výrobní proces (např. s mistrem), aby nemohlo dojít k omylu. Po provedení výše uvedeného se výsledky zaznamenají do následující tabulky:

	Pracovní postup předmontáže C5			
	Mechanismus pravý (endcap pravý)	Sekvence	TMU	min.
1	Uchopí slide, uchopí maznici simo, namaže 6 míst, odloží maznici	A1B0G1A1B0P1R10A1B0P1A0	160	0,096
2	uchopí filc, nalepí	A1B0G1A1B0P3A0	60	0,036
3	uchopí endcap, simo uchopí buttom, zacvakne do sebe s ustavením	A1B0G1A1B0P1A0	40	0,024
4	uchopí pérko, simo uchopí kostičku, zacvakne do sebe,	A1B0G1A1B0P1A0	40	0,024
5	zacvakne kostičku s pérkem do endcapu	A0B0G0A1B0P3A0	40	0,024
6	uchopí pistoli, namaže 1x, odloží	A1B0G1A1B0P1R1A1B0P1A0	70	0,042
7	uchopí šroubovák	A1B0G1A0B0P0A0	20	0,012
8	simo uchopí šroubek, nasadí šroubek na šroubovák	<A1B0G1>A1B0P1A0	20	0,012

9	uchopí podložku,nasadí	A1B0G1A1B0P1A0	40	0,024
10	zašroubuje, pustí šroubovák	A0B0G0A1B0P1F3A1B0P0A0	60	0,036
11	uchopí coverplate	A1B0G1A0B0P0A0	20	0,012
12	uchopí filc, nalepí na coverplate	A1B0G1A1B0P3A0	60	0,036
13	coverplate zacvakne do endcapu (na stole)	A0B0G0A1B0P3A0	40	0,024
14	uchopí feltring a nasadí do coverplate	A1B0G1A1B0P1A0	40	0,024
15	uchopí slide	A1B0G1A0B0P0A0	20	0,012
16	uchopí arm, namoci	A1B0G1A1B0P1A0	40	0,024
17	nasadí arm do slidu, odlozi	A0B0G0A1B0P3A0	40	0,024
18	odloží arm + slide	A0B0G0A1B0P1A0	20	0,012
19	uchopí pružinku, namaže	A1B0G1A1B0P1A0	40	0,024
20	nasadí pružinku do endcapu	A0B0G0A1B0P3A0	40	0,024
21	uchopí slide, vloží do endcapu	A1B0G1A1B0P1A0	40	0,024
22	Uchopí pružinku, nasadí s polohováním do endcapu	A1B0G1A1B0P3A0	60	0,036
23	Drží endcap a položí ho do přihrádky k navíječce	A0B0G0A1B0P1A0	20	0,012
	suma		1030	0,618
	Levý Endcap			
1	uchopí levý endcap,	A1B0G1A0B0P0A0	20	0,012
2	simo uchopí LH coverplate,umístí do endcapu	<A1B0G1>A1B0P3A0	40	0,024
3	uchopí šroubovák	A1B0G1A0B0P0A0	20	0,012
4	bere šroubek, umístí	A1B0G1A1B0P1A0	40	0,024
5	přiloží šroubovák, šroubuje	A0B0G0A1B0P1F3A0B0P0A0	50	0,03
6	bere šroubek, umístí na šroubovák	A1B0G1A1B0P1A0	40	0,024
7	přiloží šroubovák, šroubuje, odloží šroubovák	A0B0G0A1B0P1F3A1B0P1A0	70	0,042
8	uchopí slide	A1B0G1A0B0P0A0	20	0,012
9	simo uchopí pružinku	<A1B0G1>A0B0P0A0	0	0
10	zasune slide	A0B0G0A1B0P3A0	40	0,024
11	zasune pružinku	A0B0G0A1B0P3A0	40	0,024
12	uchopí endcap, položí k tyči	A1B0G1A1B0P1A0	40	0,024
	suma		420	0,252
	Mechanismus levý			
1	uchopí tyč, (jeden krok k paletě +návrát)	A3B0G1A0B0P0A3	70	0,042
2	uchopí košilku	A1B0G1A0B0P0A0	20	0,012
3	nasadí košilku na tyč	A0B0G0M3X0I0A0	30	0,018
4	uchopí pružinku , natáhne pružinku	A1B0G1M3X0I0A0	50	0,03
5	uchopí bearing, nasadí	A1B0G1A1B0P1A0	40	0,024
6	utáhne pružinu s bearingem	A0B0G0A1B0P1F6A0B0P0A0	80	0,048
7	uchopí šroubovák, zacvakne pružinku do bearingu,odloží	A1B0G1A1B0P1F3A1B0P1A0	90	0,054
8	díl umístí do lisu (polohuje na 1 bod)	A0B0G0A1B0P3A0	40	0,024
9	uchopí rivet, zasune	A1B0G1A1B0P6A0	90	0,054
10	uchopí páku, lisuje	A1B0G1M1X0I0A0	30	0,018
11	uchopí tube silienk (velká košilka), navleče	A1B0G1M3X0I0A0	50	0,03
12	bere tube role, zasune do tube role(	A3B0G1M3X0I0A3	100	0,06

	jeden krok k paletě +návrat)			
13	drží díl, usadí do stojanu	A0B0G0M1X0I0A0	10	0,006
14	uchopí bílý bearing, zasune	A1B0G1A1B0P1A0	40	0,024
15	uchopí ring, umístí	A1B0G1A1B0P1A0	40	0,024
16	uchopí násadku,	A1B0G1A0B0P0A0	20	0,012
17	simo uchopí keyplug zacvakne s tlakem do bearingu	<A1B0G1>A1B0P3A0	40	0,024
18	uchopí hotový endcap L, zasune do drážky s ustavením,	A1B0G1A1B0P3A0	60	0,036
19	uchopí šroubovák	A1B0G1A0B0P0A0	20	0,012
20	simo uchopí šroubek, nasadí šroubek	<A1B0G1>A1B0P1A0	20	0,012
21	šroubovák umístí, šroubuje, odloží šroubovák	A0B0G0A1B0P1F3A1B0P1A0	70	0,042
22	vyjme díl ze stojanu	A1B0G1M1X0I0A0	30	0,018
23	díl odloží do vozíku	A0B0G0A1B0P1A0	20	0,012
	suma		1060	0,636
	celková suma		2510	1,506

Tab. 3.4. Analýza metodou Basic MOST operací předmontáže mechanismů C5

Pozn.1

Protože již před provedením analýzy bylo na první pohled zřejmé, že nejlepším řešením pro zefektivnění celé montáže LC C5 bude sloučení pracovišť předmontáže a konečné montáže, byly už při analýze eliminovány některé indexy u sekvenčních modelů, jelikož se vycházelo z toho, že layout nového pracoviště bude přizpůsoben tak, aby operátoři měli vše potřebné při ruce (např. ve skluzových zásobnících) a nemuseli se pro něco ohýbat nebo někam chodit. Po schválení konečné verze layoutu na workshopu byly indexy upraveny tak, aby odpovídaly skutečným pohybům na pracovišti.

Pozn.2

Všechny operace na předmontáži mechanismů jsou ruční nebo strojně ruční tzn. Není zde žádný čistě strojní čas. Protože úzké místo celého montážního hnízda je navíjení (0,97 min) lze spojit pracoviště předmontáž levého a pravého endcapu (0,618+0,252=0,87 min).

3.6. Přirážky k pravidelnému času cyklu PF&D

Přirážka na osobní potřeby (t_{02}) je čas potřebný na dodržování pitného režimu, umývání rukou, domlouvání se s kolegy aj. Běžně se stanovuje okolo 4-5 % z času jednotkové pravidelné práce. Podle podnikových regulí firmy BOS byl stanoven na **4 %**

Předmontáž endcapů $t_{202} = 0,87 \times 0,04 = 0,035 \text{ min}$

Předmontáž levého mechanismu $t_{202} = 0,636 \times 0,04 = 0,025 \text{ min}$

Čas na oddych (t_{201}) je čas krátkých přestávek během směny, které pomáhají operátorům překonávat únavu důsledkem které se snižuje produkce výrobků. Jestliže bude celkový čas těchto přestávek za směnu 30 min. potom bude $t_{201} 7 \% \text{ z } t_{A101}$.

Předmontáž endcapů

$$t_{A201} = \frac{2 \cdot 15 \cdot \text{min} \cdot t_{A101}}{T - 2 \cdot 15 \cdot \text{min}} = t_{A101} \cdot 7\% = 0,87 \cdot 0,07 = 0,061 \text{ min}$$

t_{A101}čas jednotkové pravidelné práce

T.....čas směny (450min)

Předmontáž levého mechanismu

$$t_{A201} = \frac{2 \cdot 15 \cdot \text{min} \cdot t_{A101}}{T - 2 \cdot 15 \cdot \text{min}} = t_{A101} \cdot 7\% = 0,636 \cdot 0,07 = 0,045 \text{ min}$$

Krátkodobá zdržení (t_{AX}) je čas který operátor nemůže přímo ovlivnit, vztahuje se k vykonávané práci. Pro jeho eliminaci je třeba vytvořit podrobnou časovou studii a eliminovat příčiny vzniku. Jestliže bude tento čas započítán do celkového času bude potom již velmi obtížné se ho zbavit.[2]

Celkové časy

Předmontáž endcapů

$$t = t_{A101} + t_{202} + t_{201} = 0,87 + 0,035 + 0,061 = \mathbf{0,966 \text{ min}}$$

Předmontáž levého mechanismu

$$t = t_{A101} + t_{202} + t_{201} = 0,636 + 0,025 + 0,045 = \mathbf{0,706 \text{ min}}$$

Shrnutí časů montážních operací C5, W10 a A4

	DOBA VÝROBY JEDNE JEDNOTKY					
	KLAPKY	NAVIJENÍ	SROUB/NYT	KK	ENDCAPY	LEVY MECH.
C5	0,57	0,97	0,6	0,78	0,966	0,706
W10	0,23	1,1	0,3	1,05	1,1	0,98
A4	0,51	1,28	0	0,93	0,22	1,08

Tab. 3.5. Shrnutí časů montážních operací při výrobě C5, W10 a A4

3.7. Kapacitní propočty

3.7.1. Požadovaný počet vyrobených kusů – odvolávky

Odvolávky všech tří produktů jsou uvedeny v následující tabulce pro jednotlivé měsíce počínaje zářím srpnem a konče prosincem roku 2004. Pro následný výpočet výrobních taktů a využití jednotlivých operátorů je nutno uvažovat vždy nejméně příznivý případ tzn. kdy jsou odvolávky nejvyšší, což je v tomto případě listopad. Měsíční odvolávky jsou přepočítány na denní.

	ODVOLAVKY/DEN (KS)				
měsíc	8	9	10	11	12
C5	131	193	317	332	274
W10	19	87	120	126	97
A4	118	186	191	191	191

Tab. 3.6. Počet požadovaných kusů za den C5, W10 a A4

3.7.2. Výpočet denní kapacity

Denní kapacitu lze vypočítat podle vzorce:

$$N = T/C$$

N....denní kapacita – počet kusů, které je možné za den vyrobit

T....denní časový fond (2x450 min.)

C....doba výroby jedné jednotky

Takto lze vypočítat hodnoty kapacity pro jednotlivé operace všech produktů.

	KAPACITY N (KS/DEN)					
	KLAPKY	NAVIJENI	SROUB/NYT	KK	ENDCAPY	LEVY MECH.
C5	1578	927	1500	1153	931	1274
W10	3913	818	3000	857	818	918
A4	1764	703	0	967	4090	833

Tab. 3.7. Denní kapacita montážních pracovišť C5, W10 a A4

Vždy je však možné vyrobit na jedné lince jen tolik kusů kolik je schopno vyrobit úzké místo. U všech tří produktů je úzkým místem operace navijení a proto jsou pro výrobní linku směrodatné zvýrazněné hodnoty.

3.7.3. Takt výroby

Obecně lze pro výpočet taktu napsat vztah:

$$\text{Takt} = \frac{s \cdot T_s}{O_D}$$

T_s využitelný časový fond za směnu
 O_D počet požadovaných kusů za den
 s směnnost
 $(s \cdot T_s = 2 \cdot 450 \text{ min} = 900 \text{ min})$

Průměrný jednotný takt pro všechny produkty vyráběné na jednom pracovišti lze určit ze vztahu:

$$\text{Takt} = \frac{s \cdot T_s}{\sum_{i=1}^n O_{Di}}$$

O_{Di} počet požadovaných kusů za den pro jeden produkt
 s směnnost
 T_s využitelný časový fond za směnu

Po dosazení vyjde takt:

$$\text{Takt} = \frac{2 \cdot 450 \text{ min}}{331.29 + 125.33 + 190.48} = 1.39 \text{ min}$$

3.7.4. Využití jednotlivých operátorů

Využití jednotlivých operátorů lze vypočítat podle vzorce:

$$V = C/\text{Takt}$$

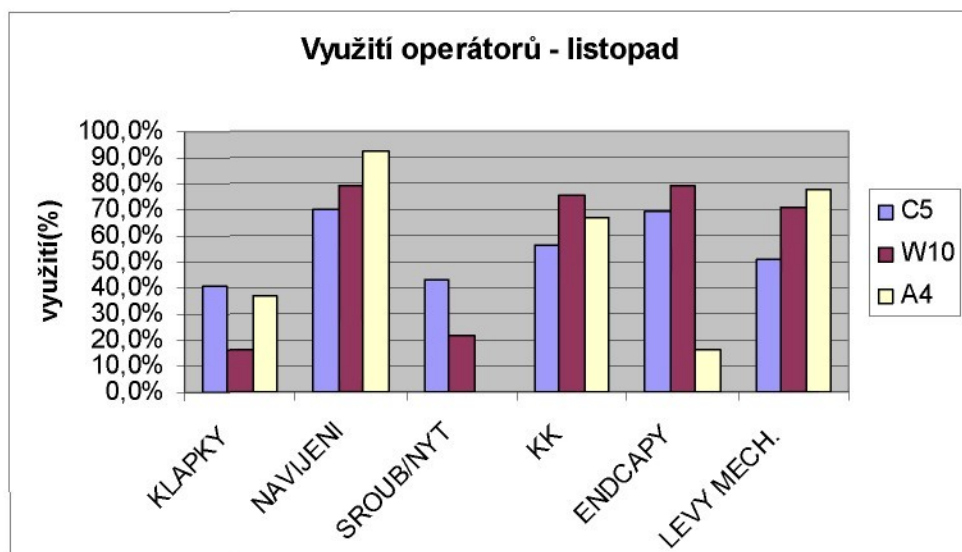
V...využití operátora

C....doba výroby jedné jednotky

V následující tabulce a grafu jsou shrnuty výsledky využití operátorů v listopadu, kdy jsou nejvyšší odvolávky. V ostatních měsících budou operátoři využiti méně.

	Využití operátorů					
	KLAPKY	NAVIJENI	SROUB/NYT	KK	ENDCAPY	LEVY MECH.
C5	41,0%	69,8%	43,2%	56,1%	69,5%	50,8%
W10	16,5%	79,1%	21,6%	75,5%	79,1%	70,5%
A4	36,7%	92,1%	0,0%	66,9%	15,8%	77,7%

Tab. 3.8. Využití operátorů na montážních pracovištích



Graf 3.5. Využití operátorů na montážních pracovištích

Z grafu je patrné, že ne všichni operátoři by byli efektivně využiti, proto bude třeba aby jeden operátor vykonával i více operací najednou.

Při návrhu layoutu se snažíme vycházet z toho aby se co nejvíce eliminovala manipulace mezi na sebe navazujícími operacemi.

3.8. Návrh na zlepšení procesu

3.8.1. Důvody pro integraci

- eliminace zbytečné manipulace
- snížení rozpracované výroby
- snížení zastavěné plochy
- zrušení meziskladu (nádraží)
- zjednodušení a zpřehlednění materiálových a informačních toků

3.8.2. Návrh integrace předmontáže mechanismů do konečné montáže

Jak již bylo dříve řečeno jedním z nejjednodušších a nijak nákladných řešení omezení plýtvání montáže LC C5 bude spojení obou montážních pracovišť.

Při návrhu nové integrované montážní buňky je nutno vycházet z toho, že vše co každý operátor bude potřebovat bude mít při ruce a tudíž ve výpočtu jednotlivých časů operace nebudou zahrnuty časy na jinou manipulaci než nezbytně nutnou. Analýza metodou Basic MOST®, která zde byla provedena, počítá s průměrně zkušeným, průměrně výkonným operátorem pracujícím běžným způsobem tzn. podává 100% - ní výkon. Některé výsledné časy jsou výrazně nižší než současné normy, což může být způsobeno nestandardním uspořádáním stávajícího pracoviště, kde materiál ani používané nástroje nemají svoje standardní místo. Na pracovišti předmontáže se v současné době montují navíjecí mechanismy pro všechny LC produkty (6 typů) a operátoři jsou často obklopeni, v danou chvíli, nepotřebnými předměty sloužící k výrobě jiného produktu.

Integrace by většinu těchto problémů měla odstranit, protože by se na jednom pracovišti nevyráběly všechny produkty, jen část a tudíž by bylo potřeba mnohem méně druhů materiálu a nástrojů pro samotnou výrobu. Operátoři z předmontáže by měli přehled o tom co se děje na montáži a mohli by se přizpůsobit, popř. vypomoci spolupracovníkům.

Eliminoval by se mezisklad (tzv. nádraží) mezi předmontáží a montáží a s ním související manipulace a rozpracovaná výroba.

3.8.3. Návrhy layoutu integrované montážní buňky

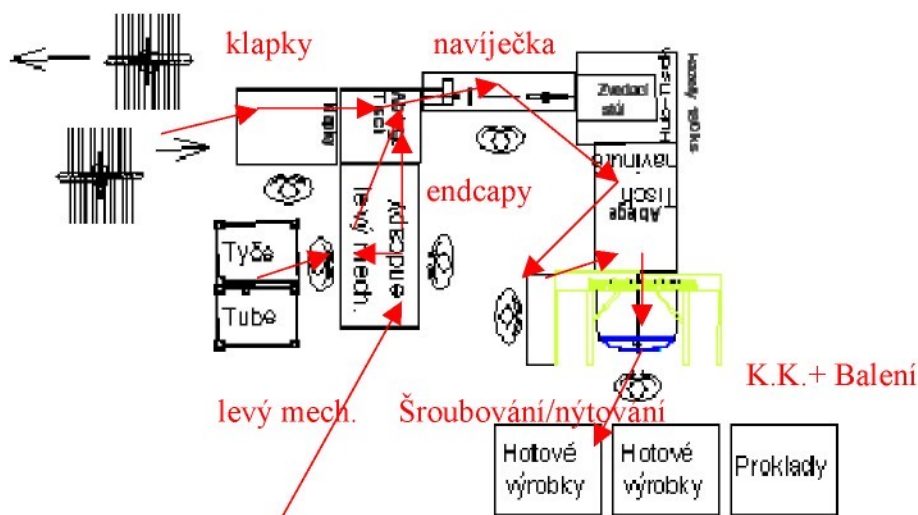
3.8.3.1 1. varianta layoutu

Popis varianty:

Materiál vstupuje na pracoviště z levé strany a to:

- na pracoviště montáž klapky – topy (pro produkt A4 i flapy)
- na pracoviště montáž levého mechanismu – veškerý materiál potřebný pro jeho výrobu kromě levých endcapů (ty se montují na protější straně stolu) např. tyče, navíjecí trubky(tube role), pružiny atd.
- na pracoviště montáž endcapů – veškerý materiál potřebný pro výrobu endcapů

Všechny tyto polotovary se setkávají na odkládacím stole u navíječky kde se navine top na navíjecí mechanismus a zajistí se pravým endcapem. Další operací je šroubování/nýtování pravého endcapu odkud výrobek pokračuje na konečnou kontrolu. Pak následuje balení do beden a odvoz do skladu.



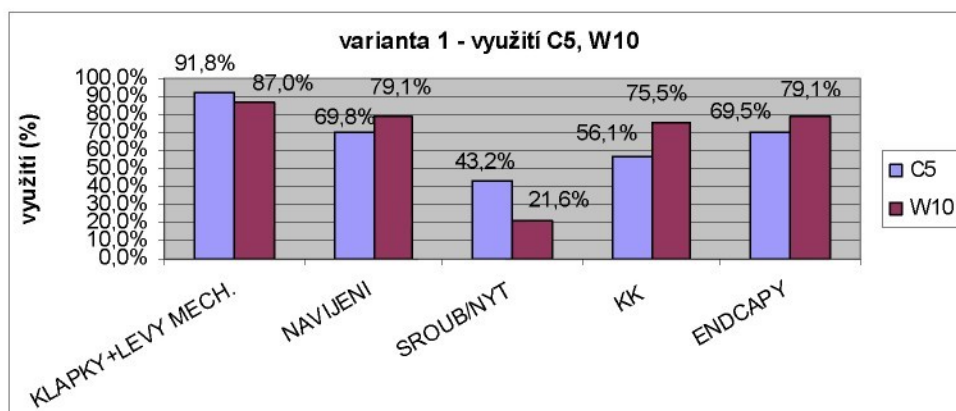
Obr. 3.8. Návrh layoutu verze č. 1

Hodnocení varianty:

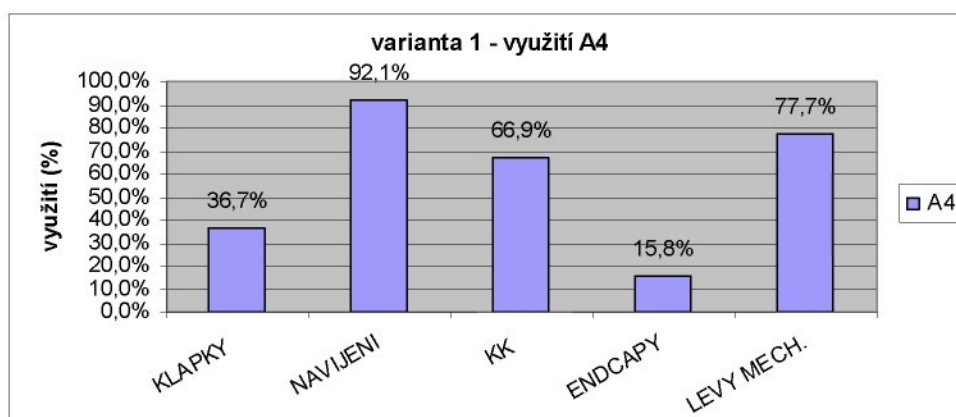
Verze layoutu č.1 na rozdíl od stávajícího již počítá jen s jednou navíječkou (účelem druhé navíječky původně bylo vypomáhat první navíječce když nestíhala v důsledku nepravidelných dodávek z předmontáže) a principem je, aby operátor pracující u navíječky si mohl brát levé mechanismy, pravé endcapy a topy s klapkami z jednoho místa, ale jsou zde dvě úskalí a to:

- musela by se konstrukčně vyřešit styčná plocha mezi mechanismy a klapkami jinak by se na tomto stole hromadil materiál tří druhů.
- operace klapky a šroubování by byli od sebe odděleni pracovišti pro montáž mechanismu. Při jejich obsluze jedním operátorem by tento operátor ztratil spoustu času přecházením mezi pracovišti a hlavně by neměl přehled o tom, co se děje na druhém pracovišti.

Tato montážní buňka se skládá ze šesti pracovišť, ale sloučením časů operací klapky a levý mech., v případě montáže C5 a W10, může toto pracoviště obsluhovat 5 operátorů. Jejich využití by potom vypadalo takto:



Graf 3.6. Využití operátorů při výrobě C5, W10 – verze layoutu č. 1



Graf 3.7. Využití operátorů při výrobě A4 – verze layoutu č. 1

Předpokládaná manipulace v rámci montáže mechanismů C5 – varianta č.1

	Počet kroků	Četnost/100ks
Dojít pro tube role a zpět	2	5x
Dojít pro tyče a zpět	2	2x
Dojít pro pružiny a zpět	2	2x
Odnést hotové levé mech. a zpět	4	20x
Odnést hotové endcapy a zpět	4	20x

Předpokládaná rozpracovanost C5 – varianta č.1

Po montáži levého mechanismu	5ks
Po montáži endcapů	10ks
Po montáži klappek	10ks
Po navíjení	10ks
Po šroubování	10ks

Počet operátorů – varianta č.1

Počet operátorů varianty montážního pracoviště č.1 je 5 pracovníků.

Zastavěná plocha – varianta č.1

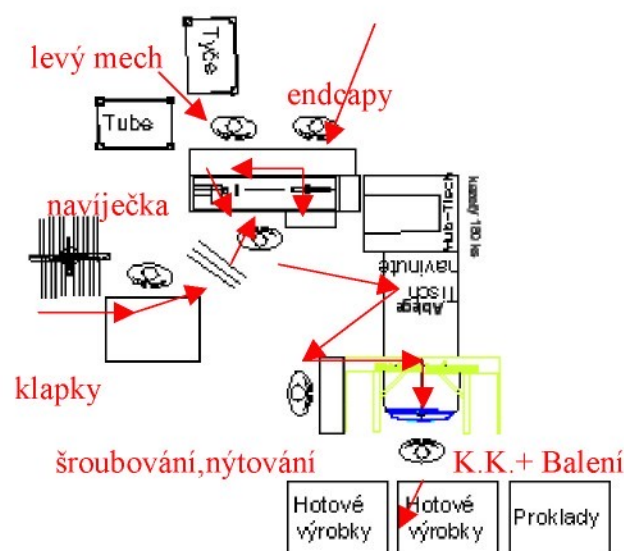
$$\text{Plocha} = 12\text{m} \times 7\text{m} = 84\text{m}^2$$

Pozn. Nepočítáme plochu meziskladu, protože mechanismy se montují na stejném místě jako je konečná montáž.

3.8.3.2 2. varianta layoutu

Popis varianty:

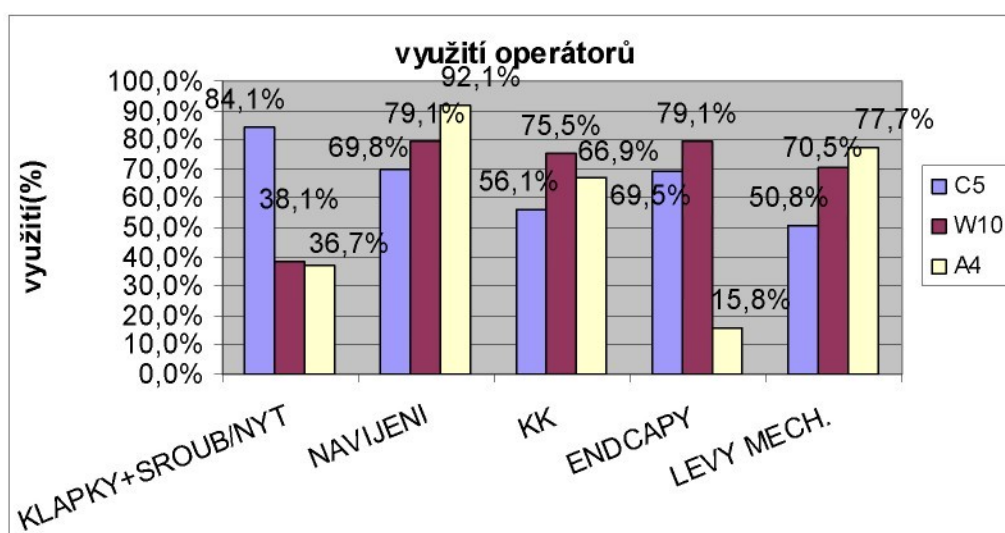
Vstup topů pro operaci montáž klappek je stejný jako v předcházejícím případě. Operace montáž endcapů a montáž levého mechanismu jsou umístěny vedle sebe a potřebný materiál vstupuje shora. Obě tyto pracoviště přímo sousedí s navíječkou. Odtud se endcapy i levé mechanismy dostávají k obsluze navíječky pomocí skluzových popř. obyčejných zásobníků. Další pohyb materiálu je stejný jako v předcházejícím případě. Na následujícím obrázku je naznačen layout s pohybem materiálu.



Obr. 3.9. Návrh layoutu verze č. 2

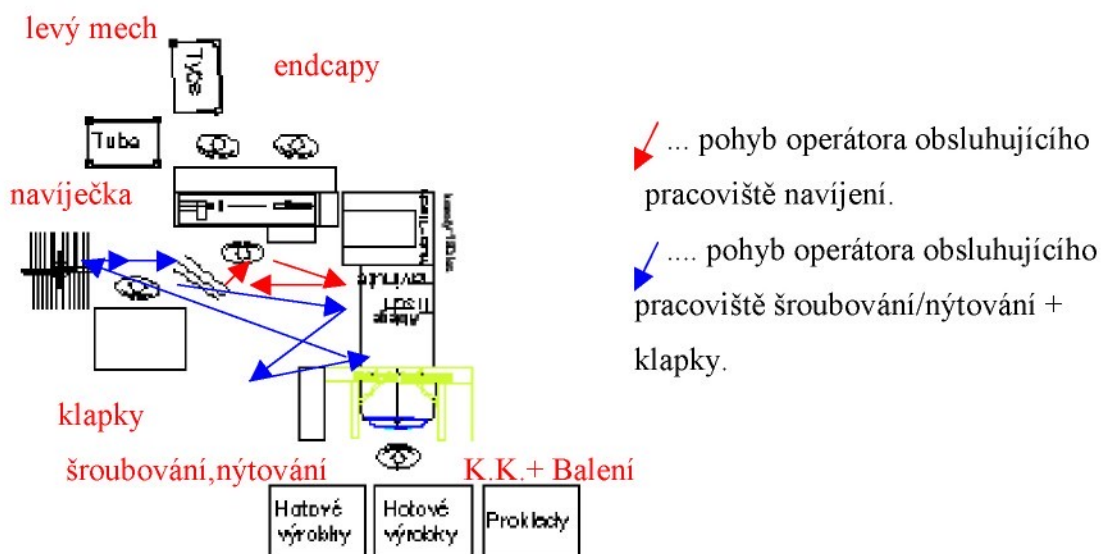
Hodnocení varianty:

Hlavní výhodou verze layoutu č.2 je, že levé mechanismy i endcapy jsou odkládány do skluzových regálů na jejichž druhé straně si je operátor u navíječky rovnou odebrává. Nedochází zde ke styku tří druhů polotovarů jako v předcházejícím případě. Topy s klapkami jsou věšeny do stojanu a z druhé strany jsou hned odebírány. Operace klapky a šroubování/nýtování by bylo možné spojit protože jsou vedle sebe a operátor, který by je obsluhoval by měl přehled o stavu na obou pracovištích. Potom by využití operátorů vypadalo takto:



Graf 3.8. Využití operátorů výroby všech produktů pro layout č. 2

Pohyb operátorů by potom vypadal jako na následujícím obrázku



Obr. 3.10. Pohyb operátorů po layoutu č. 2

Předpokládaná manipulace v rámci montáže mechanismů C5 – varianta č.2

	Počet kroků	Četnost/100ks
Dojít pro tube role a zpět	2	5x
Dojít pro tyče a zpět	2	2x
Dojít pro pružiny a zpět	2	2x

Předpokládaná rozpracovanost C5 – varianta č.2

Po montáži levého mechanismu	1ks
Po montáži endcapů	2ks
Po montáži klappek	10ks
Po navíjení	10ks
Po šroubování	10ks

Počet operátorů – varianta č.2

Počet operátorů varianty montážního pracoviště č.1 je 5 pracovníků.

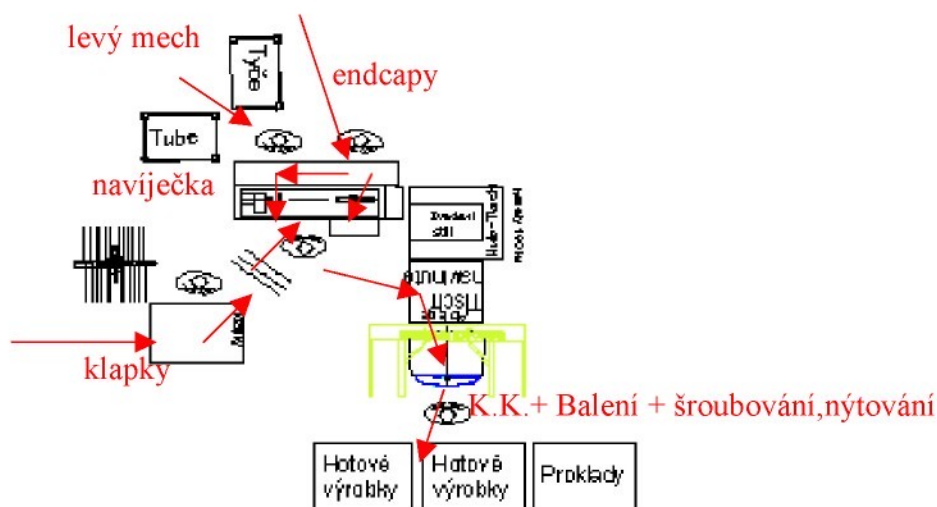
Zastavená plocha – varianta č.2

$$\text{Plocha} = 9,6\text{m} \times 8,6\text{m} = 82,56\text{m}^2$$

3.8.3.3 „3. varianta layoutu“

Popis varianty:

Tato varianta je téměř totožná s variantou č.2. Jediná změna spočívá ve změně umístění pracoviště šroubování/nýtování. Při drobné konstrukční úpravě na přípravku pro konečnou kontrolu (konkrétně se jedná o převrtání 10 děr a přešroubování vzpěrné tyče) by bylo možné do volného místa tohoto přípravku umístit přípravek pro šroubování/nýtování. Tato varianta je uvedena v uvozovkách, protože vycházíme-li z výše uvedených časů operací byl by operátor při výrobě C5 využitý na 100%. V současných normách jsou ovšem zahrnuty časy na přesuny operátorů mezi jednotlivými pracovišti a je otázkou jestli by se ušetřilo na přesunech operátorů tolik času aby využití tohoto operátora bylo únosné. Na následujícím obrázku je uvedena tato varianta s pohybem materiálu na pracovišti.

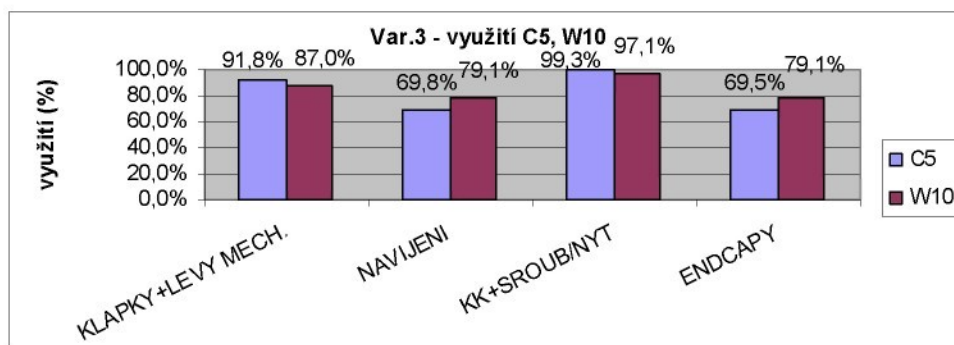


Obr. 3.11. Návrh layoutu verze č. 3

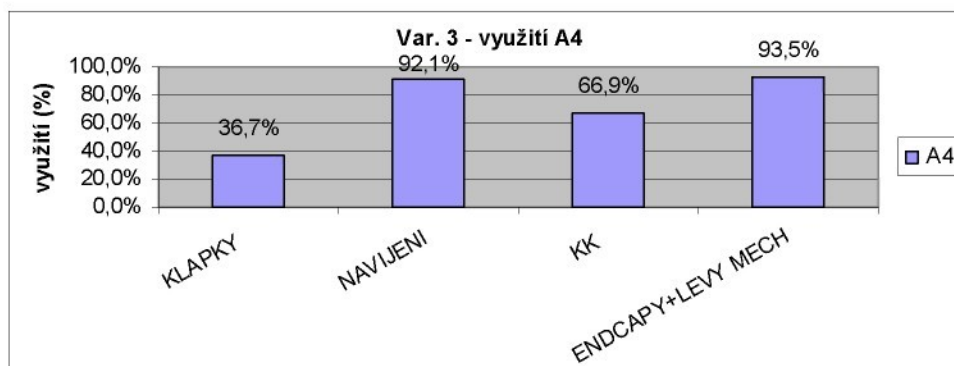
Hodnocení varianty:

Hlavní výhodou takto uspořádaného pracoviště oproti variantě č.2 by byla poloviční rozpracovanost na odkládacím stole před pracovištěm konečná kontrola a ušetření místa po pracovišti šroubování/nýtování. Dále by bylo možné při výrobě C5 a W10 spojit časy operací klapky a levý mech. a při výrobě A4 operace levý mech. a endcapy, čímž by se ušetřil jeden operátor. Před případnou realizací této varianty by bylo třeba udělat časovou analýzu pracoviště KK. Analýza metodou předem určených časů by v tomto případě nebyla vhodná, protože operace konečná kontrola je velmi obtížně

standardizovatelná. Ten důvod je nepoměrně delší čas operace při průchodu vadného kusu. Vhodná by byla některá z metod přímého měření (např. ReFa) s velkým počtem měření, aby výsledek byl co nejdůvěryhodnější. Využití operátorů by potom vypadalo takto:

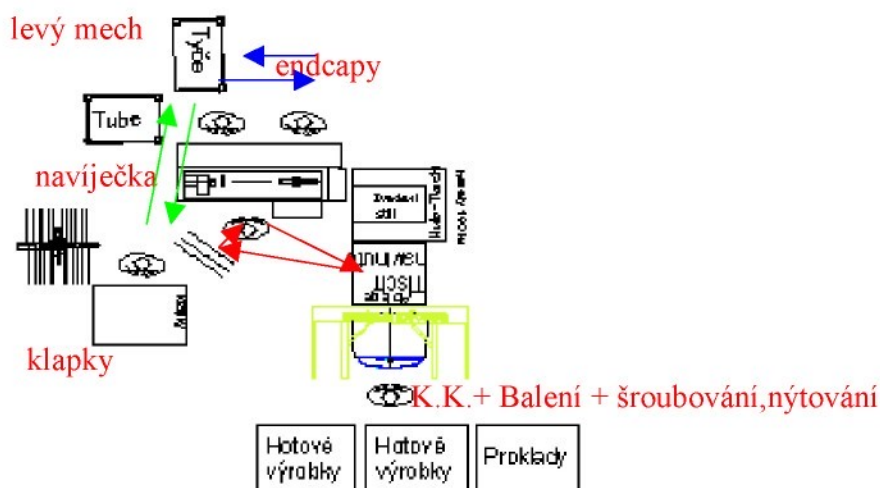


Graf 3.9. Využití operátorů při výrobě C5, W10 pro verzi č. 3



Graf 3.10. Využití operátorů při výrobě A4 pro verzi č. 3

Pohyb operátorů by vypadal jako na následujícím obrázku



Obr. 3.12. Pohyb operátorů po layoutu č. 3

-  ...pohyb operátora obsluhujícího pracoviště navíjení.
-  ...pohyb operátora při výrobě **A4** obsluhujícího pracoviště endcapy + levý mech.
-  ...pohyb operátora při výrobě **C5, W10** obsluhujícího pracoviště klapky + levý mech.

Předpokládaná manipulace v rámci montáže mechanismů C5 – varianta č.3

	Počet kroků	Četnost/100ks
Dojít pro tube role a zpět	2	5x
Dojít pro tyče a zpět	2	2x
Dojít pro pružiny a zpět	2	2x

Předpokládaná rozpracovanost C5 – varianta č.3

Po montáži levého mechanismu	1ks
Po montáži endcapů	2ks
Po montáži klapky	10ks
Po navíjení	10ks

Počet operátorů – varianta č.3

Počet operátorů varianty montážního pracoviště č.3 jsou 4 operátoři

Zastavěná plocha – varianta č.3

$$\text{Plocha} = 9,6\text{m} \times 8,6\text{m} = 82,56\text{m}^2$$

Varianta layoutu č. 3 počítá s využitím čtyř operátorů, ale využití operátora pracujícího na pracovišti KK+Balení+šroubování/nýtování je na samé hranici únosnosti. Proto je na následujících stránkách provedeno vytaktování montáže zvlášť pro každý produkt, z něhož potom vyplývá varianta layoutu č. 4. Efektivní intervaly přechodů mezi pracovišti by bylo možné určit např. vytvořením počítačového simulačního modelu.

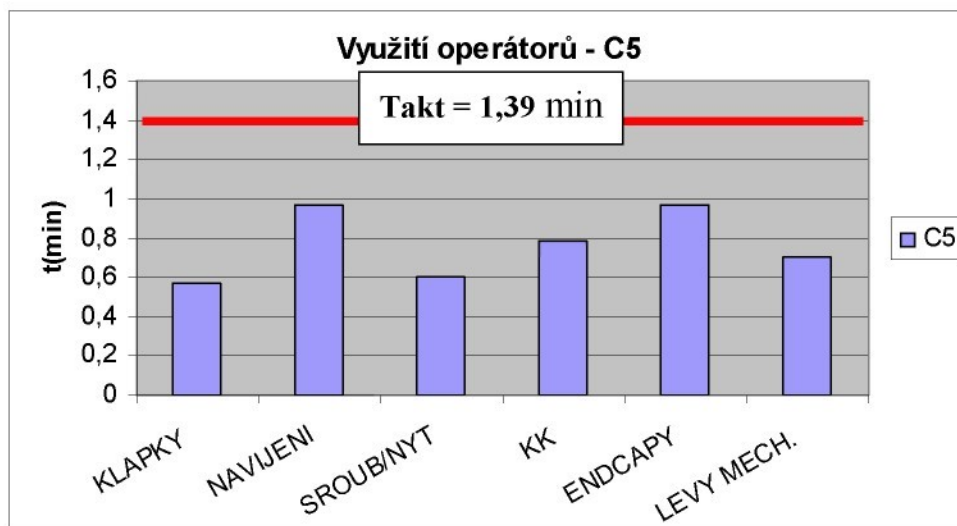
3.8.3.4 4. varianta layoutu

Popis varianty:

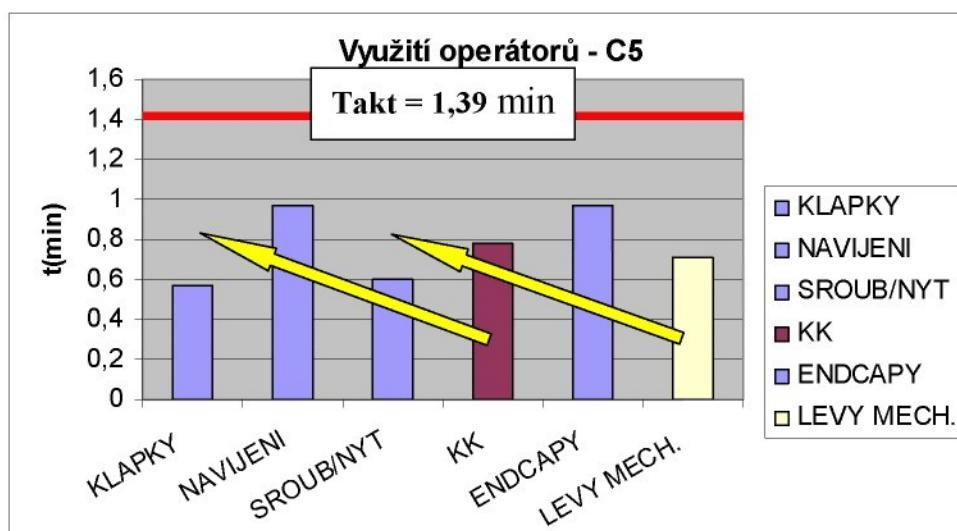
Hlavní změna této verze layoutu oproti dvěma předcházejícím spočívá v tom, že pracoviště montáže mechanismů je umístěno tak, že operátoři kteří ho obsluhují stojí uvnitř montážní buňky a pracoviště konečná kontrola a balení a šroubování/nýtování jsou pootočena tak, aby přechody mezi pracovišti byly co nejkratší. Tato verze layoutu

je přizpůsobena tomu, aby se po vytaktování buňky nekřížily cesty operátorů při přechodech mezi pracovišti. Vytaktování je provedeno zvlášť pro každý produkt a je také naznačeno jak by se operátoři pohybovali.

Vytaktování montáže C5



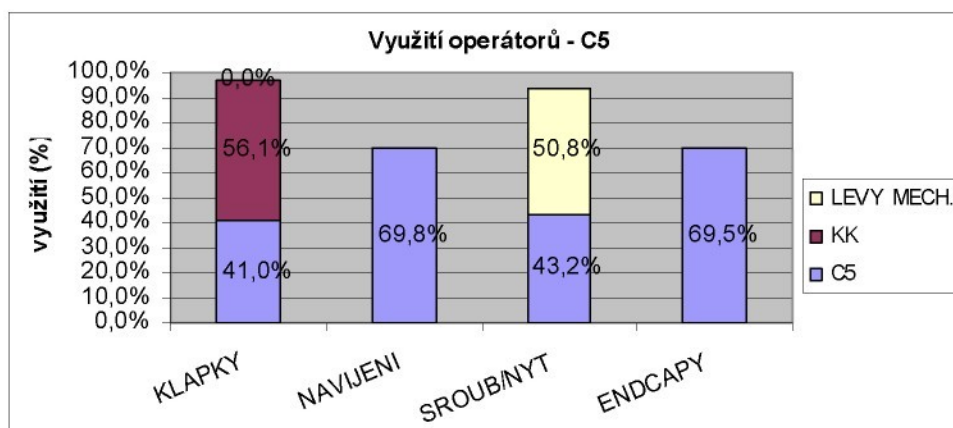
Graf 3.11. Porovnání časů operací montáže C5 s taktem



Graf 3.12. Možné sloučení časů operací montáže C5

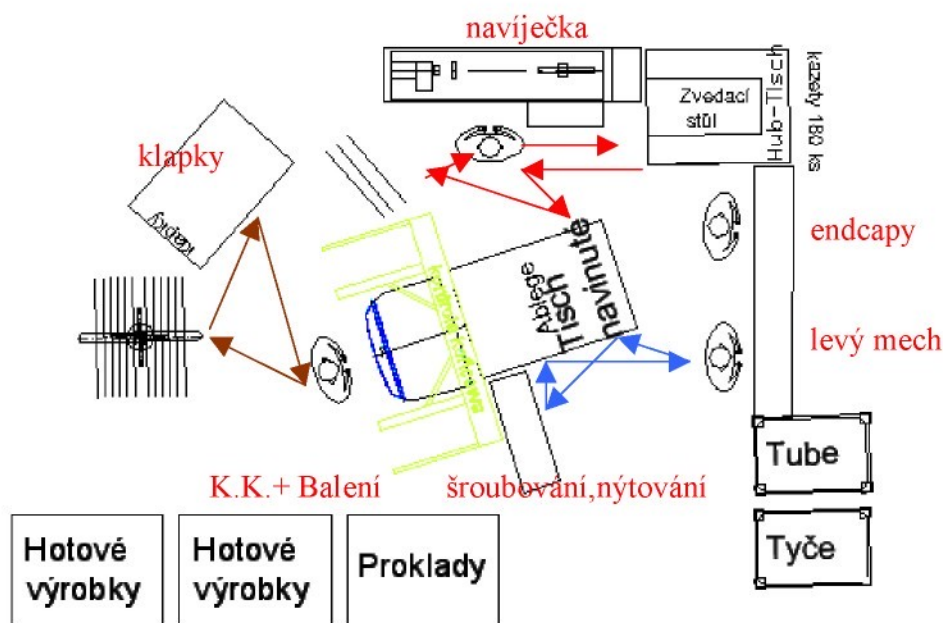
Sloučením operací klapky a KK + balení, šroubování/nýtování a montáž levého mechanismu by se teoreticky ušetřil jeden operátor. V tom případě by ovšem nebyl možný tok jednoho kusu bylo by třeba zvýšit rozpracovanou výrobu tak, aby operátoři

nemuseli příliš často přecházet mezi pracovišti. Využití operátorů by potom vypadalo takto:



Graf 3.13. Využití operátorů po sloučení časů operací montáže C5

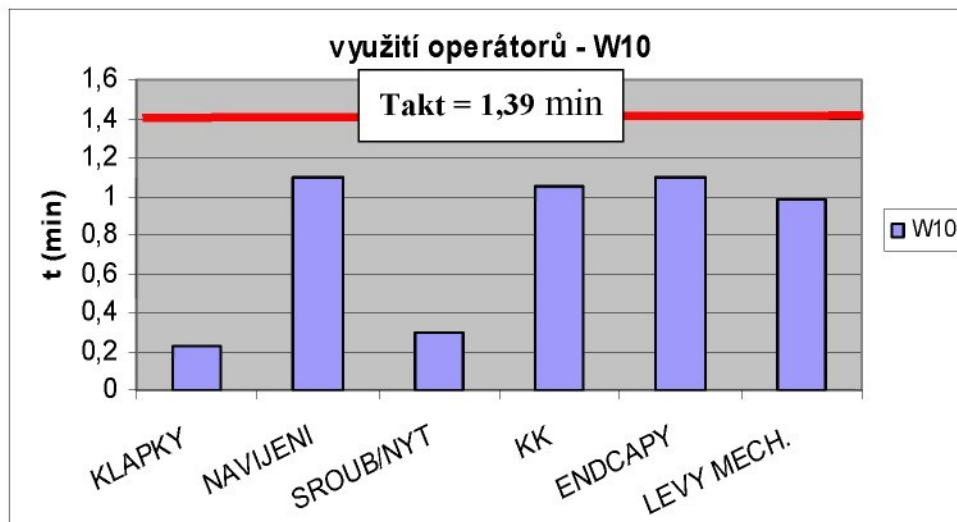
Pro takové spojení operací by bylo třeba přizpůsobit layout pracoviště tak aby se cesty operátorů vzájemně nekřížily. Layout by potom mohl vypadat dle následujícího obrázku.



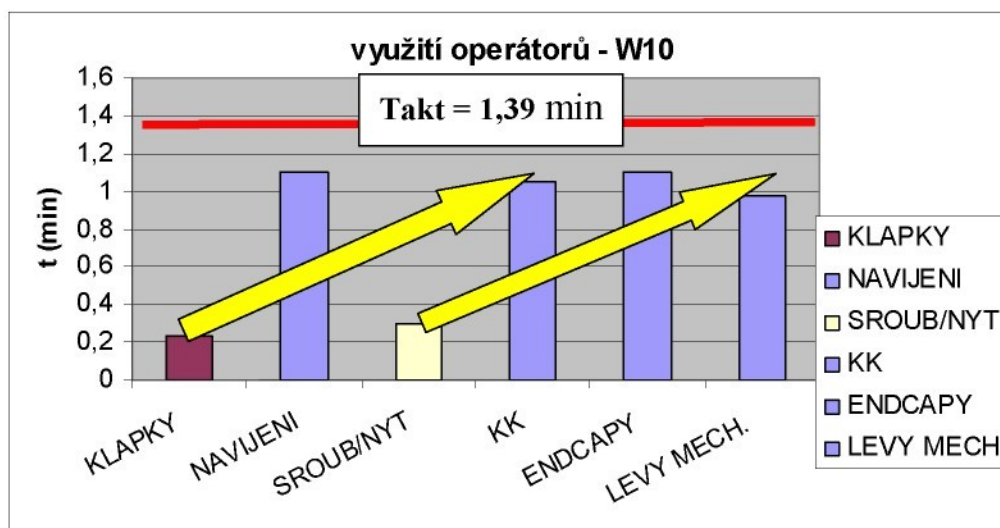
Obr. 3.13. Návrh layoutu č.4 s pohybem operátorů pro výrobu produktu C5

- pohyb operátora obsluhujícího pracoviště navíjení.
- pohyb operátora obsluhujícího pracoviště šroubování/nýtování + levý mech.
- pohyb operátora obsluhujícího pracoviště klapky + KK + balení

Vytaktování montáže W10

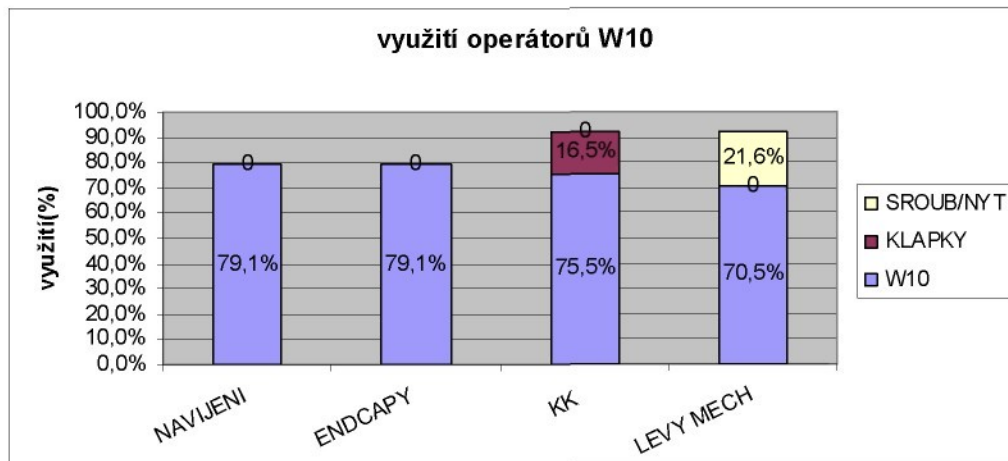


Graf 3.14. Porovnání časů operací montáže W10 s taktem



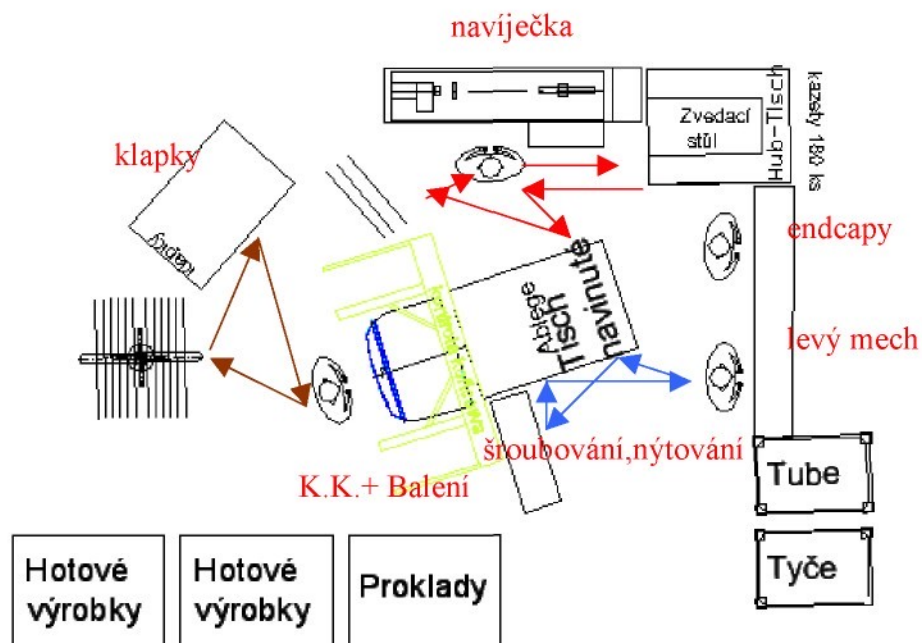
Graf 3.15. Možné sloučení časů operací montáže W10

Podobně jako v případě C5 by sloučením operací klapky + KK a šroubování/nýtování + levý mech. by celou montáž W10 mohli obsluhovat 4 operátoři. Využití operátorů by potom vypadalo jako na následujícím grafu.



Graf 3.16. Využití operátorů po sloučení časů operací montáže W10

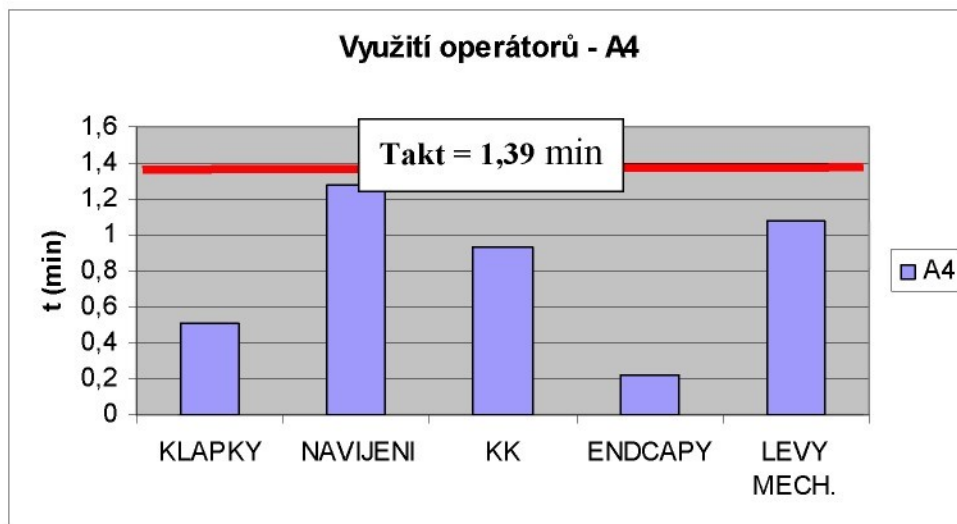
Pro tento případ by mohl být použit stejný layout pracoviště jako v případě C5 aniž by se křížily trasy operátorů. Potom by pohyb jednotlivých operátorů vypadal jako na následujícím obrázku.



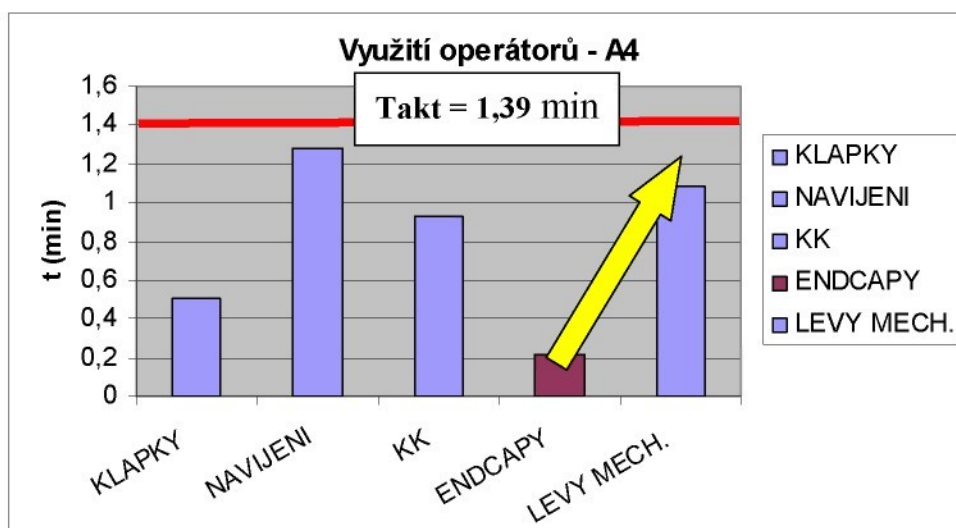
Obr. 3.14. Návrh layoutu č.4 s pohybem operátorů pro výrobu produktu W10

- pohyb operátora obsluhujícího pracoviště navíjení.
- pohyb operátora obsluhujícího pracoviště šroubování/nýtování + levý mech.
- pohyb operátora obsluhujícího pracoviště KK + balení + klapky

Vytaktování montáže A4

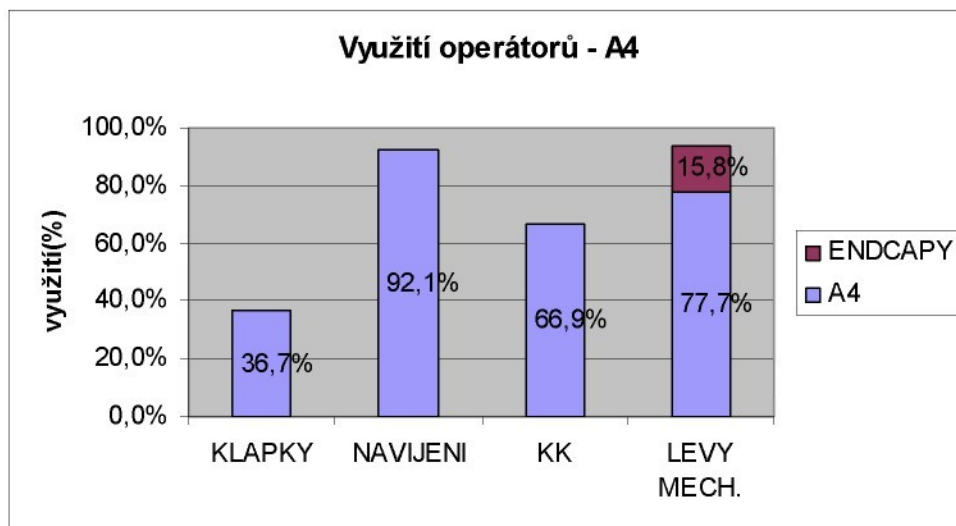


Graf 3.17. Porovnání časů operací montáže A4 s taktom



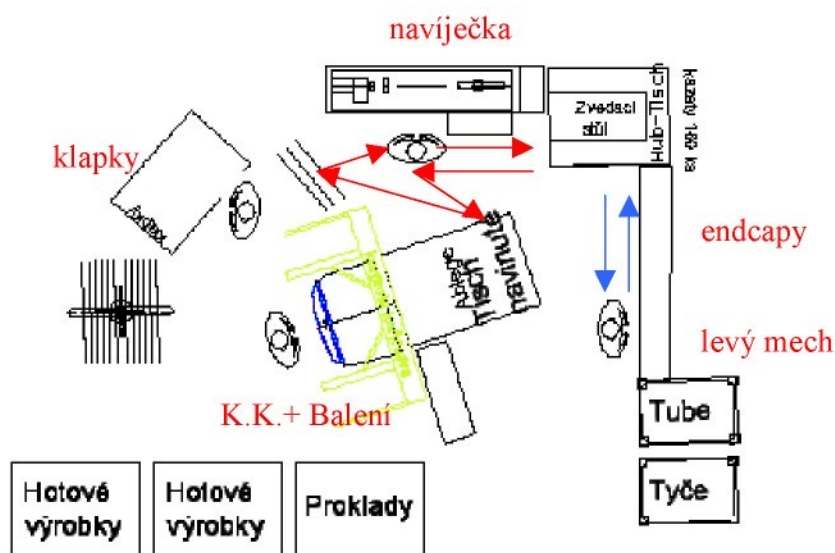
Graf 3.18. Možné sloučení časů operací montáže A4

Podobně jako v předcházejících případech by sloučením operací endcapy + montáž levého mech. by celou montáž A4 mohli obsluhovat 4 operátoři jak je vidět z následujícího grafu. Při operaci montáž klapky by operátor nebyl efektivně využit a byl by zde prostor pro jeho další využití.



Graf 3.19. Využití operátorů po sloučení časů operací montáže A4

Při použití layoutu č.4 by se trasy operátorů nekřížily a jejich pohyb by vypadal jako na následujícím obrázku.



Obr. 3.15. Návrh layoutu č.4 s pohybem operátorů pro výrobu produktu A4

- pohyb operátora obsluhujícího pracoviště navíjení.
- pohyb operátora obsluhujícího pracoviště endcapy + montáž levého mech.

Předpokládaná manipulace v rámci montáže mechanismů C5 – varianta č.4

	Počet kroků	Četnost/100ks
Dojít pro tube role a zpět	2	5x
Dojít pro tyče a zpět	4	2x
Dojít pro pružiny a zpět	4	2x
Odnést hotové levé mech.	4	20x
Odnést hotové endcapy	2	20x

Předpokládaná rozpracovanost C5 – varianta č.4

Po montáži levého mechanismu	5ks
Po montáži endcapů	10ks
Po montáži klappek	10ks
Po navíjení	10ks
Po šroubování	10ks

Počet operátorů – varianta č.4

Počet operátorů varianty montážního pracoviště č.4 jsou 4 operátoři

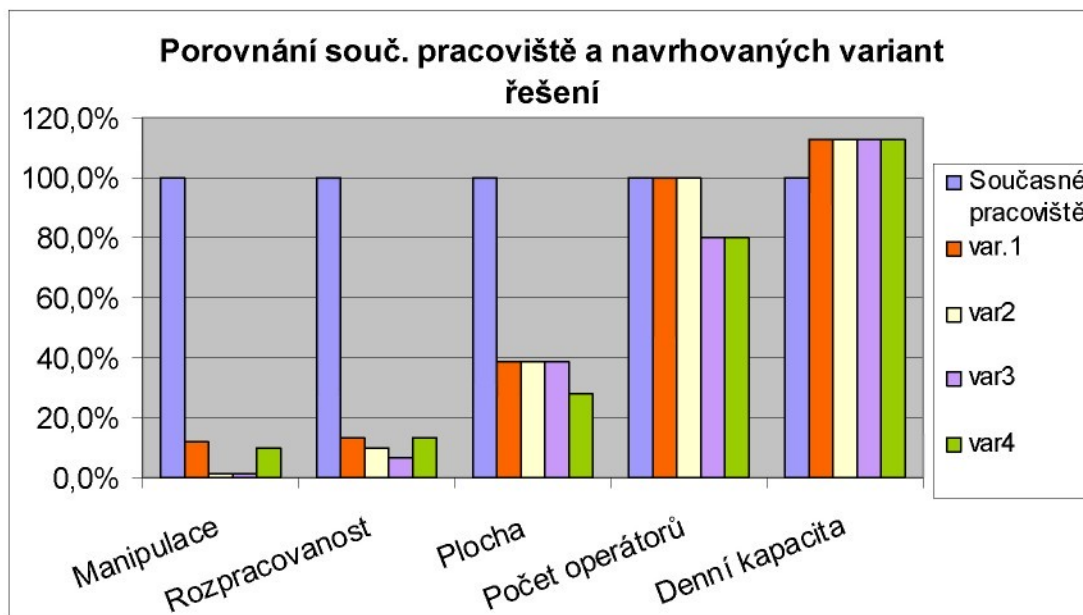
Zastavěná plocha – varianta č.4

Plocha = 9,3m x 6,5m = 60,45m²

3.9. Porovnání současného a navrhovaného stavu montáže LC C5

	Současné pracoviště	Varianta č.1	Varianta č.2	Varianta č.3	Varianta č.4
Manipulace [kroků/100ks]	1455	178	18	18	146
Rozpracovanost	336 ks	45	33	23	45 ks
Plocha	215,1 m ²	84	82,56	82,56	60,45 m ²
Počet operátorů	5	5	5	4	4
Denní kapacita	818 ks/den	927 ks/den	927 ks/den	927 ks/den	927 ks/den

Tab. 3.9. Porovnání současného a navrhovaného řešení



Graf 3.20. Procentuální porovnání současného a navrhovaných řešení

3.10. Realizace integrovaného montážního pracoviště



Obr. 3.16. Integrované pracoviště montáže pro C5, W10, A4



Obr. 3.17. Volná plocha po předmontáži mechanismů a meziskladu (nádrazí)

4. Závěr

Cílem této práce bylo analyzovat, popsat a zpřehlednit současnou montáž navíjecích mechanismů produktu C5. Hlavním úkolem práce bylo identifikovat a eliminovat plýtvání při manipulaci, v důsledku velké rozpracovanosti a při neefektivním využití výrobní plochy. Dále bylo potřeba určit normy spotřeby času operací, které se v současnosti vykonávají na pracovišti předmontáž mechanismů jako by se vykonávaly na novém integrovaném pracovišti a pokusit se navrhnout optimální layout pracoviště.

V kapitole „analýza plýtvání – současný stav“ bylo popsáno plýtvání na pracovišti předmontáž mechanismů ve formě zbytečné manipulace, velké rozpracované výroby a velké zastavěné plochy. Potom následovala analýza operací předmontáže mechanismů – montáž endcapů a montáž levého mechanismu metodou předem určených časů Basic MOST. Na základě časů operací vzešlých z této analýzy byly aktualizovány hodnoty kapacity a využití těchto operátorů, které je nutné znát při návrhu layoutu.

Byly navrženy celkem čtyři varianty budoucího layoutu. Varianty č.1 a č.2 počítají s počtem pěti operátorů, č.3 a č.4 se čtyřmi operátory. Varianta č.2 byla nakonec realizována, protože má velmi dobré propojení mezi montáží levého mechanismu a montáží endcapů s pracovištěm navíjení, viz. obr. 3.17, na které obě operace navazují. Toto propojení je realizováno pomocí skluzových regálů.

Při porovnání navrhované (realizované) varianty se stávající je vidět, že se manipulace v rámci předmontáže mechanismů se snížila na **1,2 %** z původní hodnoty. Počet rozpracovaných kusů se snížil na **9,8 %** z původní hodnoty. Celková zastavěná plocha, která je využita pro montáž LC C5, W10 a A4 se snížila na **38,4 %** z původní hodnoty, hlavně díky tomu, že již nebude třeba mezisklad pro přemontované mechanismy. Snížila se také doba trvání operace předmontáž endcapů, což bylo úzké místo celé výroby LC C5 a v důsledku toho se zvýšila kapacita celé montáže LC C5 na **113 %** původní hodnoty. Počet operátorů této varianty zůstává 5 jako u stávajícího řešení. Jsou však navrženy i dvě varianty, pro které by stačili 4 operátoři.

Použitá literatura:

[1] [http\\www.ipaslovakia.sk](http://www.ipaslovakia.sk)

[2] Analýza a meranie práce v systéme BasicMOST; Školicí materiál pro firmu BOS Automotive, Jozef Krišťak, Marek Kysel', Klášterec nad Ohří 2004,

[3] Cesty k vyšší produktivitě, Mašín I., Vytlačil M, Institut průmyslového inženýrství, Liberec 1996, ISBN 80-902235-0-8

[4] <http://www.hbmaynard.com>