

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Obor: Výrobní systémy

Zaměření: Pružné výrobní systémy pro strojírenskou výrobu

KAPACITA TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ A ŘEŠENÍ MEZIOPERAČNÍ MANIPULACE PŘI VÝROBĚ SVAŘENCŮ Z AL

KVS – VS – 153

Alexandr Alexandrov

Vedoucí práce: Doc. Dr. Ing. František Manlig

Konzultant: Ing. Lukáš Urban

Počet stran: 91

Počet příloh: 9

Počet obrázků: 31

Počet tabulek: 15

Počet modelů: 0

Počet CD: 1

V Liberci, dne 20.5.2005

Zadání diplomové práce

Diplomová práce KVS – VS – 153

Téma: Kapacita technologických zařízení a řešení mezioperační manipulace při výrobě svařenců z Al.

Anotace: Diplomová práce se zabývá určením kapacitních možností technologických zařízení v procesu, optimalizací mezioperační manipulace a rozbořem využitelnosti manipulačních zařízení při výrobě svařenců z hliníku.

Theme: The capacity of technological machinery and solution of takedown transfers in the course of aluminum weldment production.

Annotation : The diploma work comprises the determination of capacity potential of technological machinery in the process, optimizing of takedown transfers and the analysis of the handling machinery efficiency in the course of aluminum weldment production.

Klíčová slova: Kapacitní propočty, Taylor, P-Q analýza, Kaizen, JIT, 5S

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

Dokončeno: 2005

Archivní označení zprávy:

Počet stran: 91

Počet příloh: 9

Počet obrázků: 31

Počet tabulek: 15

Počet modelů: 0

Počet CD: 1

Prohlášení

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

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

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové 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, dne 20.5.2005

.....
Alexandr Alexandrov

Místopřísežné prohlášení

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

V Liberci, dne 20.5.2005

.....
Alexandr Alexandrov

Poděkování

Je mou milou povinností na tomto místě poděkovat lidem, kteří mne podporovali v průběhu vzniku této práce.

Děkuji panu Doc. Dr. Ing. Františku Manligovi za trpělivost při vedení této diplomové práce.

Děkuji panu Ing. Lukáši Urbanovi za ochotu, cenné rady a připomínky.

Děkuji panu Ing. Jiřímu Brunclíkovi za odborné konzultace a poskytnuté informace.

Děkuji společnosti Siemens Kolejová Vozidla za umožnění vytvoření této studie a za poskytnutí interních materiálů.

Velký dík patří mým rodičům a blízkým, kteří mne podporovali každodenně.

Obsah

1. Úvod.....	11
1.1 Zadání a cíle diplomové práce.....	11
1.2 Historie a současnost podniku Siemens Kolejová vozidla s.r.o.....	12
1.2.1 Struktura a zaměření firmy	12
1.3 Vozový park Metra	13
1.3.1 Výroba vozů METRO M1 a DESIRO	14
2. Rozbor technologie výroby vozů METRO a dílů vozů DESIRO..	19
2.1 Rozbor technologie výroby vozů Metro	19
2.1.1 Charakteristika výroby hrubé stavby vozů Metro.....	19
2.1.2 Svařitelnost slitin hliníku	20
2.1.2.1 Ruční svařování.....	21
2.1.2.2 Automatické svařování.....	21
2.1.2.3 Svařovaný a přídavný materiál	23
2.1.2.4 Svařování v ochranném plynu	24
2.1.3 Kontrola svarů	25
2.1.4 Obrábění hliníkových slitin.....	25
2.2 Rozbor technologie výroby dílů vozů Desiro	26
3. Normování pracovních výkonů	27
3.1 Normování pracovního výkonu ve výrobě	27
3.2 Použité normování	28
3.3 Optimalizační procesy výroby	29
3.3.1 Realizované optimalizace v SKV	29
3.3.2 Navrhované optimalizace v SKV	30
4. Kapacitní využití jednotlivých pracovišť	33
4.1 Rozbor komponentů hrubé stavby metra M1.....	33
4.1.1 Stanovení příslušných technologických míst k jednotlivým komponentům.....	33
4.2 Rozdělení spotřeby časů ve výrobě.....	34
4.3 Určení časových úseků jednotlivých operací, výrobních, přípravných a manipulačních na pracovišti	38
4.4 Kapacitní propočty	43
4.4.1 Účel kapacitních propočtů	43
4.4.1.1 Kapacitní propočty statické	45
4.4.1.2 Kapacitní propočty dynamické	45
4.4.2 Stanovení časových fondů	46
4.4.2.1 Roční využitelný fond operátora	46
4.4.2.2 Roční využitelný fond stroje	47
4.4.2.3 Roční využitelný fond technologického místa	47
4.4.3 Rozbor kapacitního využití pracovišť	48
4.5 Vyhodnocení kapacitního využití pracovišť	51
5. Analýza materiálových toků při výrobě vozů Metro	57
5.1 Obecné požadavky projektování materiálových toků	57
5.2 Postup při projektování materiálových toků	57
5.3 Projektování materiálových toků pro HS.....	59
5.4 Pohyb materiálu v podniku Siemens SKV	62

5.4.1	Vstup materiálu	62
5.4.2	Pohyb materiálu hliníkových komponentů HS	63
5.5	Intenzita původních materiálových toků.....	63
5.5.1	Rozbor průběhu výroby	65
5.6	Rozbor aktuálního uspořádání výroby	66
5.7	Optimalizace dispozičního řešení	70
5.7.1	Návrh optimalizace dispozičního řešení	70
5.7.2	Intenzita optimalizovaných materiálových toků.....	74
5.8	Hodnocení optimalizace materiálové manipulace	74
5.9	Náklady na navrhovaná řešení	76
6.	Prověrka časového využití a kapacitních možností	
	manipulačních zařízení (jeřábů)	77
6.1	Popis manipulačních zařízení	77
6.2	Stanovení základních parametrů pro výpočet kapacitního využití....	79
6.3	Výpočet kapacitního využití a možností manipulačních zařízení	81
6.4	Vyhodnocení využití manipulačních zařízení.....	87
7.	Závěr	89

Seznam použitých zkratk a symbolů

5S	- metoda k udržení systematického pořádku a čistoty
Al	- chemická značka hliníku
A^{***}, C^{***}	- označení pracoviště
Andon	- prostředky zajišťující transparentnost procesu
AXA	- typ používané portálové frézky
α	- koeficient překračování norem
ČM, ČEL	- čelo mezivozové (komponent hrubé stavby vozů Metro)
DP	- diplomová práce
F_{op}, F_{vs}, F_p, F_{mz}	- roční využitelný časový fond [Nh/rok] (operátora, stroje, pracoviště, manipulačních zařízení)
FIFO	- F irst I n – F irst O ut (systém posloupnosti zpracování požadavků)
H_n	- nároky na kapacity [Nh/rok]
HP	- Hlavní příčník (komponent hrubé stavby vozů Metro)
HS	- Hrubé stavby
JIT	- J ust I n T ime (strategie řízení výroby)
Kaizen	- systém kontinuálního zlepšování
Kanban	- karta interních zákazníků
M1	- označení nových typů vozů Metra
MIG/MAG	- metody svařování
MT	- materiálový tok
MTM	- M ethod T ime M easurement – pohybové studie založené na deseti základních pohybech s předdefinovanými časy
MOST	- M aynard O peration S equences T echnique – pohybové sekvenční studie
N	- náklady
NC	- N umeric C ontrolled (řízení výroby programovatelnými stroji)
NO	- Nosník (komponent hrubé stavby vozů Metro)
η	- součinitel časového využití stroje
PS	- Panel spodní (komponent hrubé stavby vozů Metro)
PSV	- označení přípravků ve výrobě

ProSKV	- interní optimalizační program kontinuálního zlepšování Kaizen
P_{steor.}, P_{skut.}, P_j	- využití pracovišť (teoretické, skutečné, jednotkové – pro výrobu jednoho komponentu)
Q	- vyráběné množství [ks/rok]
R1	- první prototyp souprav pro pražské metro
SBM	- Sekce bočnice malá (komponent hrubé stavby vozů Metro)
SBV	- Sekce bočnice velká (komponent hrubé stavby vozů Metro)
SKV	- Siemens kolejová vozidla (používaná zkratka označení firmy)
Soldiering	- účelová lidská práce hluboko pod limitem možností
SPO	- Spodek (podsestava hrubé stavby vozů Metro)
STŘ	- Střecha (podsestava hrubé stavby vozů Metro)
SVK	- Svařenec krajní (podsestava hrubé stavby vozů Metro)
SVS	- Svařenec střední (podsestava hrubé stavby vozů Metro)
t_{ac}	- jednotkový operační čas s přírážkou směnového [Nmin]
t_{bc}	- dávkový čas s přírážkou směnového [Nmin]
t_s	- strojní čas [Nmin]
T_{AC}	- jednotkové roční normohodiny [Nh/rok]
T_{BC}	- dávkové roční normohodiny [Nh/rok]
TIG	- metoda svařování
TPo	- technologické postupy
TS	- transportní systémy
VAL	- V ehicle A utomatique L éger (lehké automatické vozidlo)
VS	- výrobní systémy
VÚ 38	- označení výrobních prostorů (hlavní výrobní loď)
VÚ46, VÚ37	- označení výrobních prostorů (vedlejší výrobní loď)
WIG	- metoda svařování

1. Úvod

1.1 Zadání a cíle diplomové práce

Přehlcená povrchová dopravní síť především ve velkých městech po celém světě nutí k uskutečňování projektů, které přesouvají dopravu do třetího rozměru.

Podzemní sítě (i letecké doprava) jsou nákladným řešením, které přesto budou v následujících desetiletích expandovat. Zaměření na jedno z těchto odvětví může přinést podniku SKV díky již značným zkušenostem vysokou prosperitu.

Mým úkolem bude vytvořit uspořádání výrobního procesu, týkající se rychlých změn výroby, jako i procesu stávajícího. Diplomovou práci jsem proto pojal více jako komplexní projekt, než jako řešení jednotlivých bodů zadání.

Cílem mé diplomové práce je prozkoumání možností a následná optimalizace daného výrobního procesu pro výrobu hrubé stavby skříní vozů METRO a dílů vozů DESIRO s ohledem na uspořádání výrobní haly a s uvážením mezioperační manipulace při výrobě svařenců z Al.

Individuálními body zadání, které budou provázaně tvořit ucelený projekt, bude jak rozbor pracovního postupu na jednotlivé časové úseky a stanovení průběžných dob výroby na pracovištích pro jednotlivé elementy tj. činnosti výrobní, manipulační, kontrolní nebo přípravné. Tak pomocí jejich rozboru určit kapacitní využití jednotlivých pracovišť.

Zadání je rozšířeno o prověření časového využití a kapacitních možností manipulačních zařízení, používaných při mezioperační manipulaci a operační dopravě. Jde o jeřáby mostové konstrukce. Mým úkolem bude také analýza materiálových toků při výrobě, ve které se zaměřím na plynulost a jednoznačnost celého procesu.

1.2 Historie a současnost podniku Siemens Kolejová vozidla s.r.o.

Výroba kolejových vozidel má v Čechách tradici téměř 150 let. Historie společnosti SKV se začíná odvíjet již ve druhé polovině 18.st., kdy František Ringhoffer založil v Praze mědikoveckou dílnu.

22.1.1911 se firma stává akciovou společností s obchodním názvem Ringhofferovy závody a.s., továrna začíná být jedním z nejvýznamnějších výrobců tramvají. Roku 1945 po znárodnění se vytváří podnik Tatra, který pod sebou sdružuje celkem šest závodů (Kopřivnice, Studénka, Smíchov, Kolín, Česká Lípa a Poprad).

Po jeho začlenění do strojírenského podniku ČKD (Českomoravská – Kolben - Daněk) vznikají tři části výroby kolejových vozidel ČKD Tatra, ČKD Lokomotivka a ČKD Trakce. Na konci 80. let 20. st. vyrobil podnik přes 24 000 tramvají a okolo 17 000 lokomotiv, které jsou z velké části stále ještě v provozu.

Naprostý prvotní kolaps trhu v roce 1989 znamenal vážné problémy pro všechny "mamutí" závody a týkal se také ČKD. Po proběhnutí výběrového řízení je ke dni 8.10.2001 uzavřena kupní smlouva, na základě které se koncern Siemens AG stává 100% vlastníkem vybraných aktiv úpadce ČKD. Více o firmě viz **příloha č.8**.

[13]

1.2.1 Struktura a zaměření firmy

Siemens působí ve více než 190 zemích, kde přes 450 000 pracovníků vyvíjí a vyrábí produkty, systémy a řešení v tematických oblastech informací a komunikací, automatizace a řízení, energetiky, zdravotnictví, osvětlení, součástek, domácích spotřebičů a v neposlední řadě i dopravy. Právě do oblasti dopravy a divize Transportních systémů (TS) patří pobočka:

Siemens kolejová vozidla s.r.o. (SKV) v České republice se sídlem společnosti Praha 5, Ringhofferova 115, PSČ 155 21. Ta je dodavatelem kolejových vozidel pro městskou hromadnou dopravu, jako i pro dopravu příměstskou a dálkovou.

Divize Transportních systémů se zaměřuje na:

- výrobu osobních vozů tramvají a metra
- výrobu lokomotiv a trakčních jednotek
- automatizace městské, příměstské a dálkové dopravy
- komplexní systémy na klíč a integrované služby v oblasti kolejové dopravy
- elektrické systémy pro automobily

[13]

1.3 Vozový park Metra

Vozový park metra doznal v průběhu let mnoha změn. Prvním vozem, který se může honosit označením prototyp, byl vůz R1. Výrobce byl podnik ČKD Praha a rokem dodání rok 1971. Celý vlak sestával ze dvou vozů s řídicí kabinou. Souprava s dvakrát čtyřmi nápravami a osmi motory o výkonu 84 kW mohla dosáhnout rychlosti až 80 km/h. Podrobná historie metra viz **příloha č.8**.

Po zahájení provozu roku 1974 byly po rozhodnutí nakupovat vozy, které vyráběl Mitiščínský strojírenský závod, uvedeny do provozu vozy EČS s evidenčními čísly 1001-1085. Nové stroje s označením 81-71, 71/41 opět od stejného výrobce, tj. Mitiščínského strojírenského závodu, byly do Československa dodávány v letech 1978 – 1990. Jednalo se o soupravy se čtyřmi, případně pěti vozy.

Stárnutí vozového parku znamenalo nutnost rekonstrukce starých vozů. Roku 1996 proto firma Škoda a.s. Plzeň a firma ČKD Praha inovovaly vozy s označením 81-71M, počet vozů soupravy byl ustálen na pěti. Maximální kapacita 1526 cestujících. [13]

Nejnovější vlaky pražského metra mají typové označení M1. Jsou vyráběny mezinárodním konsorciem firem ČKD - SIEMENS – Adtranz.

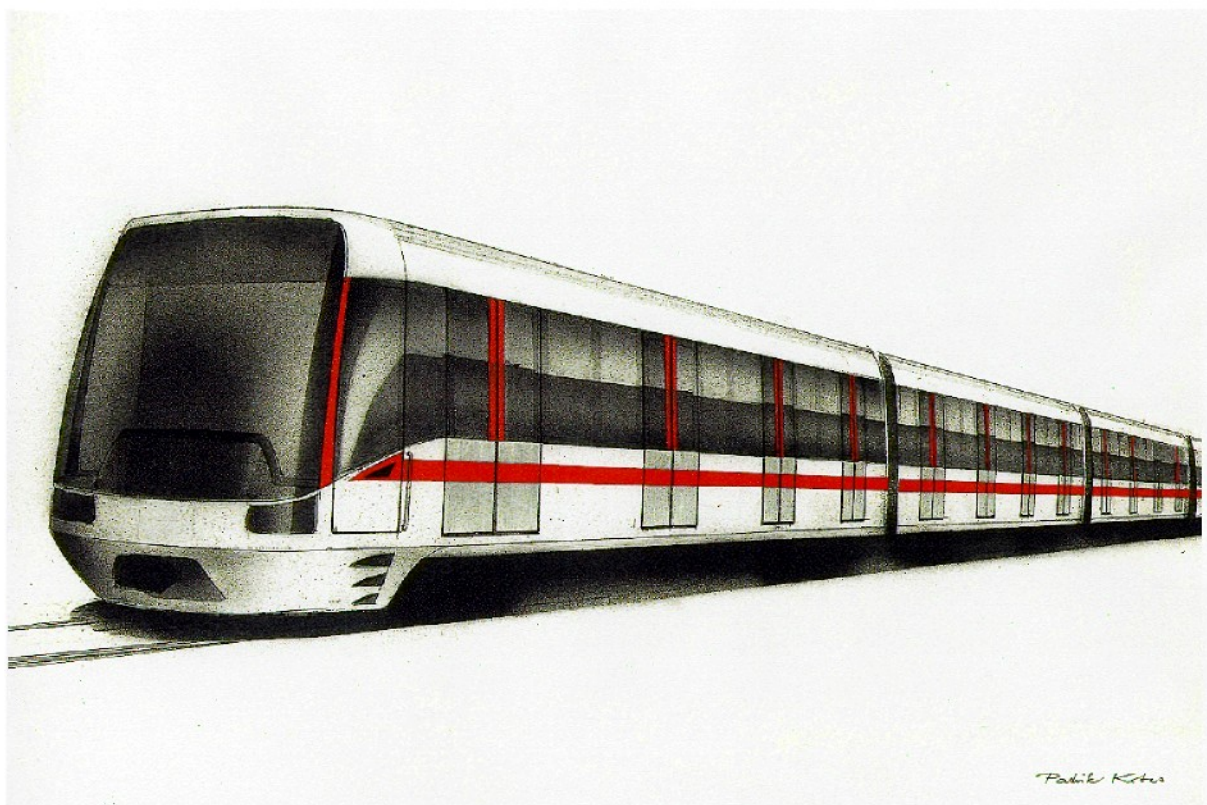
Přehled základních parametrů všech používaných vozů metra od r. 1974 do r. 2005

Parametr / Typ vlaku	Prototyp R1	EČS	81-71 (71/41)	81-71M	M1
Výrobce	ČKD Praha	Mitiščínský záv.	Mitiščínský záv.	Škoda Plzeň	Siemens
Rok dodání	1971	1974 – 1977	1978 -1990	1996	2000 -
Počet náprav	2 x 4	4 x 4 (3x4)	5 x 4	5 x 4	5 x 4
Počet trak. motorů	2 x 4	4 x 4 (3x4)	5 x 4	5 x 4	5 x 4
Výkon motoru [kW]	8 x 84	4 x 72	4 x 110	20 x 110	20x141,5
Max. rychlost[km/h]	80	80	90	80	80
Hmotnost[kg]	2 x 23000	4 x 32500	5 x 33500	5 x 31500	5x28000
Maximální kapacita	2 x 212	4 x 262	5 x 277	5 x 305	5 x 292
Vozy s řídicí kabinou	2	4	2	2	2
Počet vozů vlaku	2	4 (3)	5 (4)	5	5
Foto					

1.3.1 Výroba vozů METRO M1 a DESIRO

METRO M1

Nové vlaky pražského metra se oproti stávajícím soupravám sovětské výroby liší v mnoha aspektech. Místo stejnosměrných pohonů jsou vybaveny třífázovými asynchronními motory s elektronickým řízením, dále místo těžké ocelové skříně je použita lehká, ale pevná skříň, která se svařuje z dlouhých hliníkových profilů. Díky příčnému uspořádání sedadel a většímu volnému prostoru kolem dveří dochází ve stanicích k rychlejší výměně cestujících a větší je také celková kapacita soupravy.



Obrázek 1. - Metro M1

Moderní design vnějšku a interiéru zaručuje vysoký cestovní komfort srovnatelný nejvyšší současnou světovou třídou. Vlaky mají bezprůvanové přetlakové větrání, centrální i samoobslužné otevírání dveří ve stanicích a zdokonalený akustický a optický informační systém. Mezi novinky konstrukčního řešení patří dveře, které se předsouvají před vůz a poté otevírají.

[13] [16]

Jsou poháněné elektricky vřetenovým pohonem a ovládání se děje pomocí speciálního řídicího systému. Realizovaná koncepce umožňuje provoz vlaku v podzemí i na povrchových tratích metra. Značnou výhodou pro provozovatele je zvýšení přepravní kapacity díky vyšší cestovní rychlosti. Maximální konstrukční rychlost soupravy je 90 km/h a maximální provozní rychlost je 80 km/h. Použití hliníkových skříní, moderní elektrické výzbroje a rekuperace umožňuje také výrazné snížení spotřeby elektrické energie, a tím zlevnění provozu. Koncepce rovněž umožňuje velké omezení požadavků na technickou údržbu a úklid. Vysoká provozní bezpečnost je zaručena díky aplikaci moderního zabezpečovacího zařízení MATRA. Bezpečnost je dále umocněna použitím nehořlavých materiálů, požární signalizace a v neposlední řadě uplatněním automaticky uvolňovaných čelních průchozích dveří v každém voze.

Celková hmotnost soupravy M1 je asi 130 tun, což je téměř o 40 tun méně než u stávajících souprav. Právě z tohoto důvodu budou všechny nové soupravy přednostně nasazovány na trasu C, aby došlo ke snížení zatížení Nuselského mostu.

Od 27.1.2000 byla uvedena prototypová souprava M1 do zkušebního provozu s cestujícími. Dopravní podnik má objednáno celkem 22 těchto souprav, za které má zaplatit celkem 4,2 miliardy korun, to znamená, že jedna kompletní souprava M1 stojí asi 190 milionů korun.

Kvůli problémům firmy ČKD Dopravní systémy musel Dopravní podnik z nedostatku souprav dokonce prodloužit intervaly mezi jednotlivými soupravami na všech třech trasách metra. Nevyhovující ruské soupravy musejí být kvůli dosažení své životnosti vyřazovány z provozu, a tak na přechodnou dobu chybělo asi pět souprav, které měly stát v depu jako záloha pro případ poruchy.

Postupným vyřešením problémů ve firmě ČKD a následným převzetím této firmy německým Siemensem došlo k opětovnému oživení výroby. V současné době je v pravidelném provozu všech 22 souprav a dalších 20 je již ve výrobě.

Po dodání dalších 20 souprav M1 by na trase A měli jezdit pouze rekonstruované vozy Škody Plzeň (8171M), na trase B jen ruské vozy 8171 a na trase C jen vozy M1, které pak budou jezdit ze stanice Háje až do stanice Ládví.

[16]

Ucelená vlaková jednotka se sestává z celkem pěti vozů, které jsou rozděleny do tří typů.

M 1.1 – čelní vůz *obrázek 2.* - vozy s řídicí kabinou, měniči palubních sítí a aku bateriemi

M 1.2 – vložený vůz *obrázek 2.*, s kontejnerem kompresoru

M 1.3 – vložený vůz středový *obrázek 2.* s řídicím počítačem vlaku



Obrázek 2. - Řazení vozů v soupravě

Výroba HS METRA probíhá v lodi haly nesoucí interní označení VÚ38 viz **příloha č.2.**

Nejde však o One Hall Production, je zde umístěno šest pracovních ploch pro výrobu střechy (C 011, C 012, A 011, A 012, A 013, A 014) podle plynulosti toku výroby. Tři pracovní plochy (A 023, A 024, A 025) pro výrobu spodku. Dvě pracovní plochy pro výrobu svařence středního (A 020, A 021), které jsou použité i pro výrobu svařence krajního, jejichž výrobní plochy jsou rozděleny i do haly VÚ46. Také pracoviště pro panel spodní jsou umístěna do obou hal: VÚ38, kde se jedná o A 020, A 021, a VÚ46, pracoviště A 003 - AXA. Vyhrazené plochy pro nosník jsou (A 111, A 027). Celkem tři vyhrazené pracovní plochy (A 050, A 051, A 052) pro kompletaci hrubé stavby (HS) viz *obrázek 18. (str. 68) - Původní stav - layout.*

Ostatní pracoviště se nacházejí mimo hlavní loď výroby. Výrobu bočnic malých i velkých určují plochy A 030, A 031, A 032, mezivozových čel pracovní plochy (A 040, A 041, A 042), hlavního příčnicku (A 026, A 029, A 003), spodního panelu (A 003) nalezneme v prostoru s interním označením VÚ46 viz **příloha č.2.** Tyto díly jsou ke kompletaci HS do hlavní lodi výroby VÚ38 dopravovány pomocí manipulačních vozíků.

Základní technické údaje soupravy M1 jsou uvedeny v **tabulce č.1.**

Základní technické údaje soupravy M1	Hodnota	Jednotky
Hmotnost prázdné soupravy	133	t
Hmotnost podvozku	5950	kg
Počet míst k sezení (v soupravě)	224	-
Počet míst k stání při 8 os/m ² (v soupravě)	1240	-
Počet míst pro invalidní vozíky (v soupravě)	4	-
Hmotnost maximálně obsazené soupravy	243	t
Nejmenší poloměr projížděného oblouku	60	m
Největší dovolený sklon koleje	40	‰
Maximální provozní rychlost	80	km/hod
Jmenovitý rozchod koleje	1435	mm
Maximální šířka skříně	2712	mm
Maximální výška vozidla	3670	mm
Výška podlahy od temene kolejnice	1150	mm
Délka soupravy přes spřáhla	96660	mm
Vzdálenost středů otáčení podvozků	12600	mm
Maximální zrychlení (0 až 30 km/hod)	1,2	m/s ²
Střední zpoždění provozní brzdy	1	m/s ²
Střední zpoždění nouzové brzdy	1,2	m/s ²
Rozvor podvozku	2100	mm
Jmenovité trakční napětí	750	V
Maximální napětí při rekuperaci	950	V
Napětí ovládacích obvodů	110	V
Maximální rozjezdový proud	4700	A
Primární vypružení	šroubové pružiny	
Sekundární vypružení	vzduchové pružnice	

Tabulka 1. Základní technické údaje soupravy M1

[16]

DESIRO

Špičkové moderní kolejové vozidlo stavebnicového typu. Souprava je složena z hliníkových profilů a komplex stavebnicových modulů umožňuje vysokou variabilitu a maximální uspokojení požadavků zákazníka. Integrální stavba vozové skříně je spolu s podvozky s pneumatickým vypružením a počítačovým systémem charakteristická pro vozy Desiro.

[13]



Obrázek 3. - Studie soupravy DESIRO UK

K nejznámějším typům vozů patří Desiro Classic a Desiro UK. Výroba hliníkových skříní Desira UK patří k jednomu z projektů SKV. Postupně se výroba těchto vozů přesouvá do závodu SKV na Zličíně, až zde nakonec bude probíhat výroba celých vozů. Pro tyto zakázky jsou vyčleněny plochy v lodích VÚ38, VÚ39 a VÚ46 výrobní haly viz **příloha č.2. – Dispoziční řešení výrobních hal.**

VAL

Vehicle automatique léger je přesné znění zkratky; v překladu tj. lehké automatické vozidlo, které je dalším projektem uskutečňovaným v SKV. Zajímavé elektricky poháněné vozidlo s hliníkovou šroubovanou konstrukcí a s podvozky na gumových kolech je určeno pro jízdu v tunelu i pro venkovní provoz. Vozidlo je plně automatické a má široké využití v městské, příměstské ale i letištní dopravě.

[13]

Vyrábí se zatím ve dvou základních provedeních:

- VAL 208 – je lehký šroubovaný vůz z hliníkových profilů a některé komponenty jsou dolepovány. Základní parametry vozu jsou: šířka 2,1 m, výška 3,3 m a délka 13 m resp. 26 m. Je určen pro evropský trh a tyto vozy se v SKV vyrábějí např. pro města Turín, Rennes a letiště Roissy.

[13]

- VAL 258 – tento jednovozový vůz je určen především pro americký trh a jeho dvouvozdová varianta se svařovanou hrubou stavbou je momentálně ve fázi vývoje. [13]

2. Rozbor technologie výroby vozů METRO a dílů vozů DESIRO

2.1 Rozbor technologie výroby vozů Metro

2.1.1 Charakteristika výroby hrubé stavby vozů Metro

Podnik SKV má roční plán pro výrobu padesáti vozů metra M1. Protože soupravu tvoří pět vozů, je tento plán realizován v dávkách právě po pěti vozech. Hrubá stavba metra je realizována pomocí dlouhých hliníkových profilů a zpracováním dalších polotovarů ze slitin hliníku. Dodávky hliníkových profilů zajišťují firmy Alcan Děčín Extrusions s.r.o. (patřící pod mezinárodní konsorcium společností Alusuisse - Švýcarsko a Alcan - Kanada) a Corus (Velká Británie - Nizozemí), které obě dodávají hliníkové profily. Pouze některé tenčí plechy jsou od výrobce Kovohut' Břidličná [13].

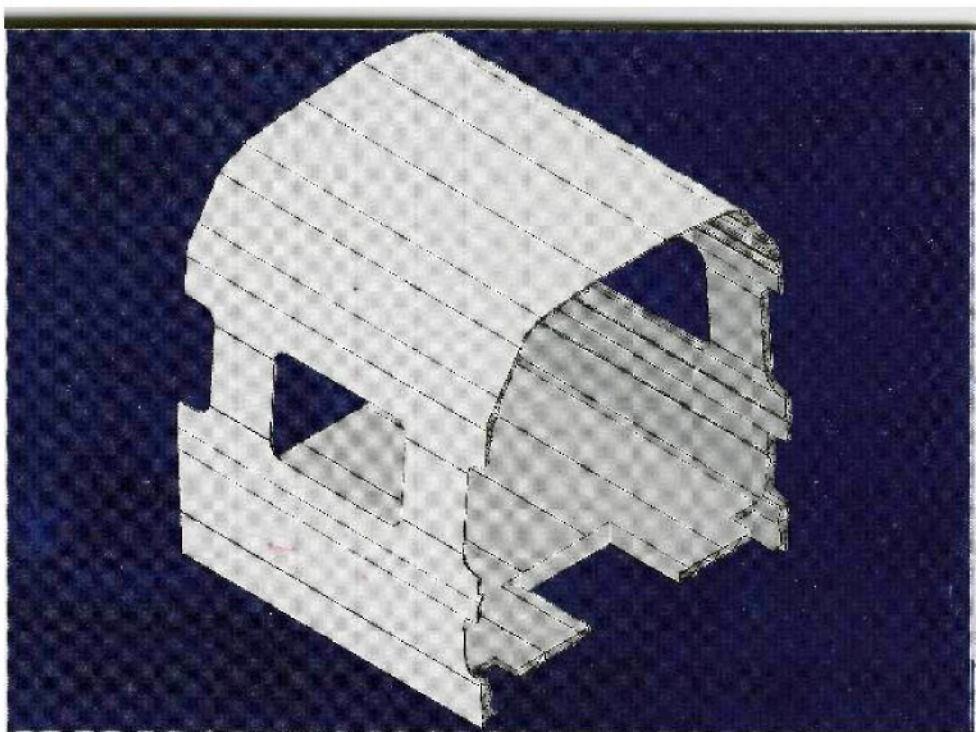
Díky použití hliníkových profilů je finální HS vozů metra i vozů Desira mnohem lehčí, než při použití materiálů na bázi slitin železa, které se užívalo u starších druhů souprav.

Hmotnost soupravy M1 je nyní téměř o 40 tun nižší než u starších souprav 81-71M. Pro zvýšení životnosti je použití hliníkových materiálů velmi výhodné vzhledem k vysoké odolnosti proti korozi ve ztížených provozních podmínkách. Svařování hliníkových materiálů s sebou však nese mnoho nevýhod. Jedná se především o velkou tepelnou roztažnost materiálu. Proto je nutný předehřev (plamenem) těsně před svařením svarové plochy, kde se teplota kontroluje dotykovým teploměrem (aby nebyla teplota předehřevu překročena) a předpnutí jednotlivých dílů. Tím se zamezuje deformaci a zabraňuje vnitřním pnutím. Materiál se během svařování ohřívá v okolí svaru a dilatuje působením tepla. Jeho vysoké roztažnosti by bránily chladnější plochy materiálu.

Profily dodávané firmou Alusuisse jsou dodávány ve zcela optimalizované podobě pro automatizované zpracování. Tím je bez nutnosti dalších úprav zajištěno

okamžité nasazení progresivních technologií automatického svařování, které je hlavní technologií používanou pro výrobu HS vozů Metro.

Princip sestavování HS z jednotlivých hliníkových profilů umožňuje důležitá vlastnost slitin hliníku a tou je svařitelnost. Svařovaná konstrukce HS naznačená na *obrázku č.4.* musí splnit řadu požadavků, aby byla její výroba hospodárná, s požadovanou kvalitou. U těchto konstrukcí je nutné vycházet z vlastností materiálu během svařování a z možností svařovací techniky.



Obrázek 4.- Studie struktury HS vozu Metro v řezu

2.1.2 Svařitelnost slitin hliníku

Je s ohledem na rozsah použití ve výrobě velmi důležitou vlastností. Je ovlivňována zejména velkou afinitou kyslíku, velkým součinitelem roztažnosti, velkou rozpustností plynů, vznikem precipitačních procesů, postupem a metodou svařování.

Problémem je pokles pevnosti deformačně zpevněného materiálu v oblasti spoje a rozdílné vlastnosti lící struktury svarového kovu oproti tvářenému stavu a vznik trhlin za tepla a za studena, což je limitující kritérium svařitelnosti vůbec.

Podle stupně mechanizace používané pro výrobu HS je svařování rozděleno na ruční svařování a na svařování automatické. [10]

2.1.2.1 Ruční svařování

Tento způsob svařování se používá nejčastěji u menších komponentů a podsestav HS a při svařování vnitřních svarů převážně metodou MIG/MAG, v některých případech se používá metody TIG např. při opravách svarů.

U materiálů tloušťky 6 mm a větší je nutný předehřev před svařováním na teplotu 90°C - 120°C. Ten se provádí pomocí nahřívací soupravy PB a kyslík-acetylenovým plamenem. Teplota se kontroluje pomocí dotykového teploměru a po zahřátí materiálu se začíná svařovat bez zbytečných prodlev, aby nedošlo k vychladnutí materiálu z vymezeného pásma teplot.

Pro ruční svařování materiálů jsou v SKV použity tyto agregáty s vodním chlazením:

- 22 ks svařovacích agregátů GLC 553 MC 500 A s pulsním svařováním
- 20 ks svařovacích agregátů MIG/MAG CLOOS Quinto Capo GLC 503500A s pulsním svařováním (SRN)
- 5 ks svařovacích agregátů MIG/MAG CLOOS MC3GLC 353300 A s pulsním svařováním (SRN)
- 3 ks svařovacích agregátů TIG/WIG CLOOS GLW 300 A (SRN)
- 2 ks svařovacích agregátů TIG/WIG FRONIUS MAGIC WAVE 450 A

Ruční řezání plazmou:

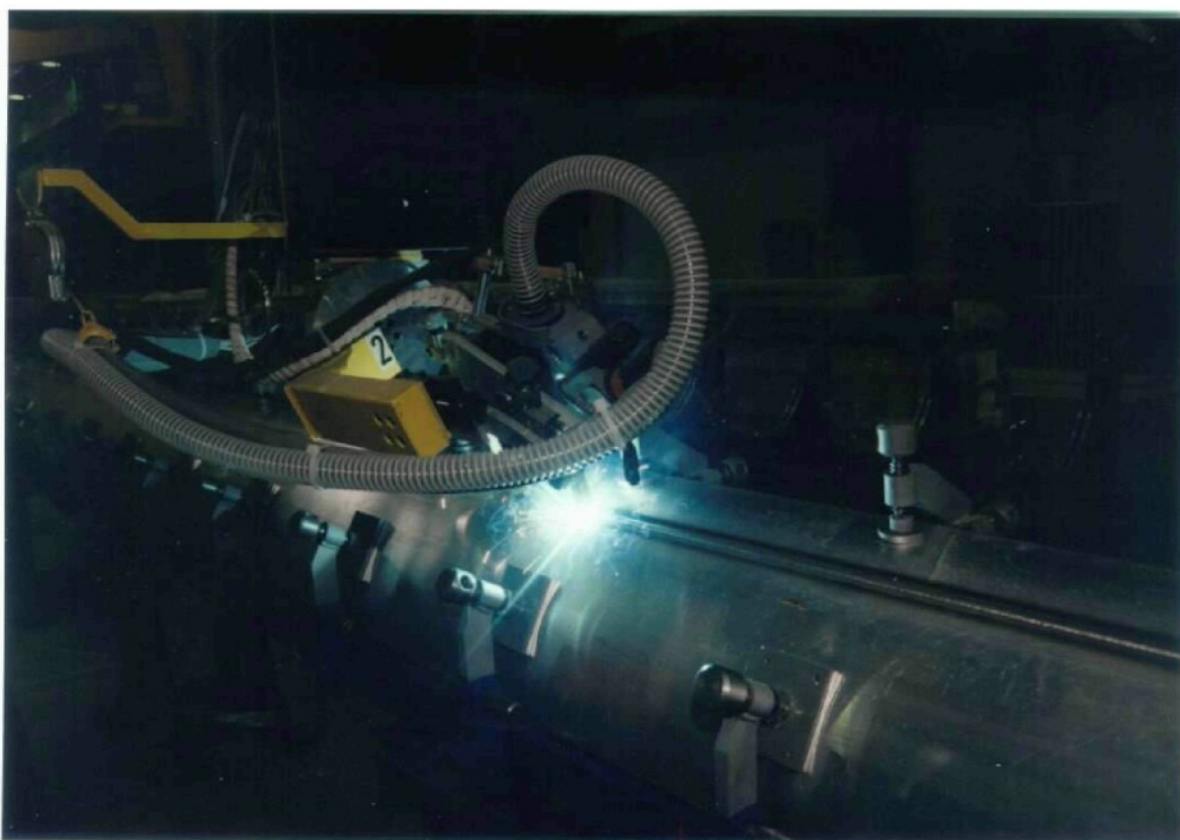
- pomocí zařízení Hyperterm (USA) Power MAX 800
- pro Al slitiny do tl. 15 mm

2.1.2.2 Automatické svařování

Svařování je zahájeno obsluhou automatického stroje a ostatní probíhá podle zadaného programu. Využívá se pro svařování dlouhých svarů nebo při opakujících se svářecích operacích na jednom komponentu. Pro automatické svařování se využívají metody MIG a MAG.

Svařovací automatický stroj CLOOS CAT/2LB/180°

Tento automat je vhodným automatickým nástrojem pro svařování velkoplošných protlačovaných profilů svařovaných pro HS po celé délce viz *obrázek 5*. i podél šíře vozu (spodek, skruže pro konstrukci střechy). Díky otočnému ramenu a řetězovému pojezdu dlouhému 86 m je svařovací dvouhořákový automat schopný obsloužit celkem 7 pracovišť umístěných po obou stranách pojezdu.



Obrázek 5. - Svařování vaznice střechy automatem CLOOS

Přehled základních parametrů svařovacího automatu CLOOS CAT/2LB/180°

- svařovací metoda MIG/MAG
- pojezd dlouhý 86 m
- 2 svařovací hlavy (naklápění 0/90°), vodou chlazené hořáky
- 2 svařovací pulsní zdroje CLOOS GLC 503 Quinto Profi 550A
- otočný výložník 180°

- pracovní prostor svařovacích hlav
 horizontální: min. 1700 mm – max. 5250 mm od osy pojezdu
 vertikální: min. 800 mm – max. 2000 mm od základny
- svařovaného drátu 1,2 mm případně 1,6 mm
- mechanické taktil senzory pro vedení svařovacích hlav automatu ve svarových drážkách
- integrované odsávání
- typy svarů: koutové a V-svary

Automatické svařování je také použito při sestavování HS. Děje se pomocí dvou svařovacích automatů od firmy O.M.M.

Přehled základních parametrů:

- svařovací metoda MIG/MAG
- pojezd dlouhý 35 m
- nastavitelné svařovací hlavy s vodou chlazenými hořáky
- 2 svařovací pulsní zdroje Fronius 450A
- pracovní prostor svařovacích hlav
 horizontální: min. 2400 mm – max. 3000 mm od osy pojezdu
 vertikální: min. 1170 mm – max. 4000 mm od základny
- svařovaného drátu 1,2 mm případně 1,6 mm
- mechanické taktil senzory pro vedení svařovacích hlav automatů ve svarových drážkách
- integrované odsávání
- typy svarů: koutové a V-svary
- integrované nerezové kartáčovací jednotky pro očištění svarových ploch před svařováním
- integrované frézovací jednotky pro odfrézování převýšení svarů

2.1.2.3 Svařovaný a přídavný materiál

Rozsahem výroby patří hliník mezi neželeznými kovy na první místo.

Složení slitiny hliníku používané pro dlouhé profily je:

AlMg3 – (Hydronalium) – ČSN 42 4413 nevytvrzovatelná slitina hliníku s $R_m=200\div400$ [MPa]. Tento materiál vykazuje velmi dobrou odolnost proti korozi (např. i proti mořské vodě) a také leštitelnost. Mimo jiné se užívá v potravinářství, chemii, při stavbě lodí atd.

AlMgSi1 – vytvrzovatelný materiál ČSN 42 4401 s $R_m=280\div330$ [MPa]. Mezi jeho vlastnostmi lze nalézt snadnou zpracovatelnost, schopnost povrchových úprav i dobrou elektrickou vodivost. Proto se používá ve stavebnictví nebo elektronice.

Přídavný materiál: Jako přídavný materiál se používá drát od firmy Lafiti, který má složení AlMg4,5MnZr.

2.1.2.4 Svařování v ochranném plynu

Ochranné plyny chrání roztavený kov před škodlivými účinky vzduchu. Také ovlivňují zapálení oblouku, geometrii a energetickou bilanci. Rozdělení svařování v ochranném plynu je následující:

- a) Svařování netavící se elektrodou v ochranné atmosféře neutrálního plynu (WIG)
- b) Svařování tavící se elektrodou v ochranné atmosféře neutrálního plynu (MIG)
- c) Svařování tavící se elektrodou v ochranné atmosféře aktivního plynu (MAG)

Chceme-li zajistit vysokou jakost svarů, má na ni čistota použitého ochranného plynu přímý vliv (také má vliv na životnost netavící se elektrody). Proto je při svařování hliníkových profilů ve firmě SKV aplikován jako ochranný plyn čistý argon (Ar 99,996) dodávaný firmou Linde.

Svařování metodou MIG/MAG patří mezi tavné svařování (tj. svařování zahrnující technologie vytvářející metalurgické spojení). Podstatou je lázeň roztaveného svarového kovu. Tím je slitina tvořena z části základním a z části přídavným materiálem (je-li použit).

Pro tento typ svařování jsou nutné vysoké provozní náklady, je nenáročný pro přípravu výroby, ovšem náklady na materiál jsou také vysoké.

[10]

2.1.3 Kontrola svarů

S ohledem na náročné svářecí operace a možnosti výskytu deformací i vnitřních pnutí, je nutné dodržovat přísné jakostní podmínky a pečlivé provádění kontrol.

Při kontrole svarových spojů u výroby subsestav a HS vozů metra M1 se používá následujících typů kontrol:

- kapilární metoda pro určení výskytu trhlin (kotouče pro kapilární zkoušku)
- vakuová metoda pro zjištění vodotěsnosti svaru
- kontrola UV lampou kvůli vodotěsnosti svaru v nepřístupných místech
- zkouška ultrazvukem u speciálních svarů
- zkoušky makrostruktury u nejnamáhanějších svarů (podvozek)
- vizuální kontrola kompletnosti a jakosti lupou a baterkou (vady označeny fixem)

Jakostní třídy používané pro kontroly svarů

- Jakostní třída "C" dle ČSN EN 30042 u všech svarů
- Jakostní třída "B" dle ČSN EN 30042 pro kontrolu speciálních svarů a vysoce namáhaných svarů (podvozek)

[10]

2.1.4 Obrábění hliníkových slitin

Speciální portálová frézka s dvuosou sklopnou hlavou je určena pro obrábění komponentů HS po svaření automatem nebo pro obrábění jednotlivých velkých dílů z pěti stran. Výrobce je firma Machine Tool Company z Německa.

Obrázek 6.- Frézka AXA UPFZ40



Základní parametry frézky AXA UPFZ40:

- Užitečný pracovní prostor
 - Osy x – 4000 mm
 - y – 3000 mm
 - z – 1000 mm
- 5 obráběcích os
- max. otáčky 15 000 ot/min

- počet nástrojů v zásobníku 52
- rychlost výměny nástroje 7 s
- max. dosažitelný výkon na vřetenu 27 kW
- portálový systém osy X, přímé lineární odměřování, digitální pohon
- přesnost polohování $\pm 0,02$ mm/m
- NC-řízení Siemens (Heidenhain TNC)

Obrábění Al komponentů s sebou nese bezpečnostní riziko zranění pracovníků odletujícími šponami nebo částmi nástroje po jeho opotřebování. Proto firma Siemens SKV v rámci programu ProSKV, viz **kapitola 3.3.1 – Realizované optimalizace v SKV**, umístila okolo tohoto pracoviště ochranou kabinu, která je zároveň koncipována jako protihluková. Hladina hluku při provozu frézky dosahovala až 115 dB. Při práci se používají ochranné pomůcky jako sluchátka, rukavice, ochranné plexisklové štíty, ochranné oděvy viz obrázek č. 7.



Obrázek 7. – Použití ochranných pomůcek při broušení čela

2.2 Rozbor technologie výroby dílů vozů Desiro

Technologie výroby se u dílů vozů Desiro neliší od technologie používané pro HS vozů Metro. Hliníkové profily zajišťují i u těchto komponentů a souprav nižší hmotnost. Technologii automatického svařování je možné díky dodávání dílů v optimalizované podobě nasadit okamžitě, bez nutnosti dalších úprav.

3. Normování pracovních výkonů

Ve firmě SKV se v této oblasti využívá řada metod a postupů. Některé z nich, které byly využity i při zpracování této DP, budou v této kapitole stručně popsány.

3.1 Normování pracovního výkonu ve výrobě

Již okolo roku 1900 začíná Frederick W. Taylor provádět výzkumy práce směřující k odstranění jevu zvaného *Soldiering* viz *Seznam zkratek, symbolů a jejich významů*. Jedná se o stanovení optimální úrovně výkonů a nejlepších pracovních postupů nutných k jejich dosažení. Pohybové studie podrobněji analyzoval a zpřesnil profesor Gilbreth, který odstranil zbytečné pohyby a dbal na maximální zjednodušení práce.

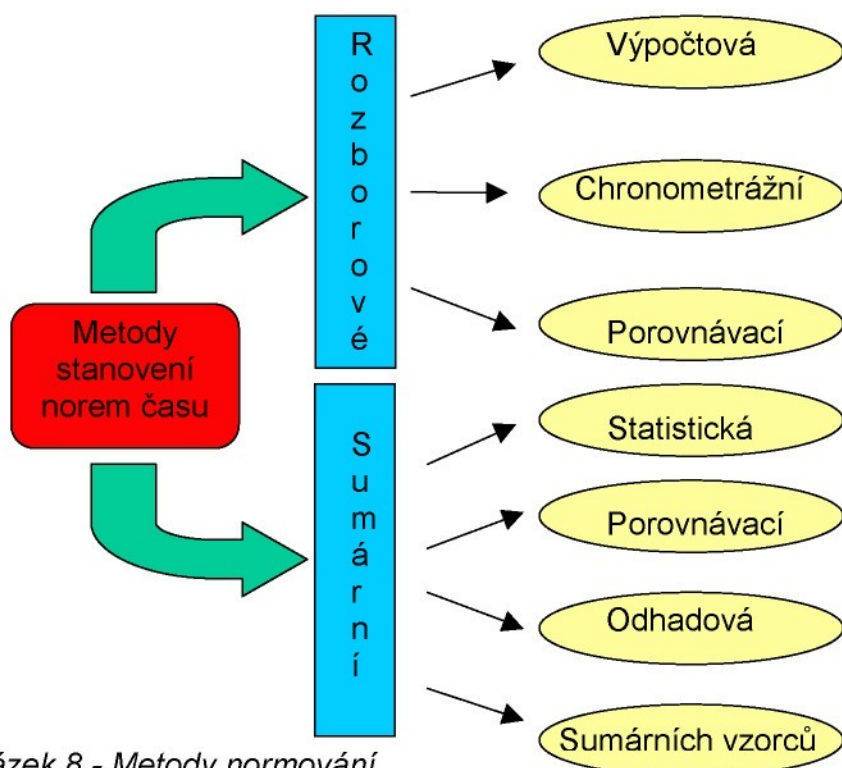
Základem vědeckého řízení jsou **Časové a pohybové studie**.

Moderní metody normování pracovního výkonu jako MTM (Method Time Measurement) – rozdělení na 10 základních pohybů, nebo MOST (Maynard Operation Sequence Technique) dodnes vycházejí ze základních časových a pohybových studií. Pro podrobnější rozbor časových studií a jejich moderních metod doporučuji jako odrazový studijní materiál stránky www.IPASlovakia.cz

Měřením určený nejlepší způsob práce se stane **Normou**.

Normy spotřeby pracovního času udávají nutnou spotřebu práce, která je za potřebí k vykonávání určitého pracovního úkonu. Pouze na základě objektivních norem spotřeby času je možno zajistit plné využití kapacit výrobních zařízení, určit optimální množství pracovníků pro vykonávání určitého množství práce a stanovit úkoly v růstu produktivity práce.

Normy spotřeby práce se uplatňují ve všech oblastech výroby. Postupně dosáhly úrovně nezbytné součásti při plánování projektů, kalkulací, dodacích lhůt, nákladů a organizace práce. Na přesném stanovení norem dnes závisí ekonomická prosperita firmy. Přesnost normy závisí na zvolené metodě normování popsané na *obrázku č.8*.



Obrázek 8.- Metody normování

Rozborová (objektivní) metoda stanovení času zahrnuje čas práce, čas obecně nutných přestávek a čas podmínečně nutných přestávek.

Sumární metody stanovení času vycházejí z jediné základní hodnoty času, bez uvážení členění práce v operaci.

[7] [9]

3.2 Použité normování

Ve firmě SKV se vyrábějí produkty, které jsou si technologií výroby blízké. S určováním průběžných dob výroby mají pracovníci podniku bohaté zkušenosti.

K určování průběžných dob výroby daných technologických kroků je ve velké míře používána metoda rozborově–porovnávací, vycházející ze stávajících technologických postupů. Metoda rozborově–výpočtová pak na základě provedených rozborů operací a odečtení časových hodnot z příslušného normativu udává nutnou spotřebu lidské práce pro vykonání určitého úkolu.

Normativem času se rozumí údaj o předpokládané nutné spotřebě času pracovníka z normované práce, dělené na parciální složky a vykonávané při stanovených podmínkách. Normativy času jsou tvořeny na základě měření spotřeby času u různých pracovníků s odpovídající kvalifikací za různých reálných podmínek, které přicházejí do úvahy na různých pracovištích.

[6] [7]

Používané normativy slouží jako podklad k tvorbě norem spotřeby času pro jednotlivé technologie výroby. Využity byly i interní sborníky pro výpočet norem času používané společností Siemens, převzaté podnikové normy ČKD i obecné normy. Jedná se o tyto materiály:

Vybrané normativní tabulky	- NORMIA 1996 – metoda rozborově výpočtová [7]
Sborník CNN 30 – 5 – 10 – 0 / II	- poloautomatické svařování v ochranné atmosféře CO ₂
Sborník CNN 30 – 10 – 0 – 0 – 0 / II	- práce s ručními strojkami
Sborník CNN 30 – 10 – 4 – 0 / II	- svařování elektrickým odporem
Sborník CNN 35 – 5 – 1 – 0 / II	- svařování elektrickým odporem
Sborník CNN 35 – 30 – 1 – 1 / II	- ruční montážní práce
Sborník CNN 40 – 0 – 0 – 1 / II	- klempířské práce

Součástí normativů je i postup vlastní tvorby normativů časů práce. To však předpokládá další odborné studium uvedené problematiky a odpovídající délku praxe v oblasti normování práce. Použité interní normativy jsou postupně s přibývajícím zkušenostmi rozšiřovány podle potřeb společnosti SKV, díky zkušenostem pracovníků technologického úseku za přispění ostatních zaměstnanců.

3.3 Optimalizační procesy výroby

3.3.1 Realizované optimalizace v SKV

V podniku Siemens SKV je využíván systém stálého zlepšování – KAIZEN. Na tomto zlepšovacím systému se podílí každý pracovník firmy. Zahnuje nejen zlepšování procesů společnosti, ale i zlepšování osobního a rodinného života, jako i života obecně sociálního a v neposlední řadě i pracovního. Iniciativa pracovníků je podporována motivačními programy pokrývajících jakékoli zlepšovací návrhy, pomáhající firmě v jejím vývoji. Součástí je uplatňování systémových metod kontinuálního zlepšování. Metody kontinuálního zlepšování jako KANBAN, ANDON apod. podporují strategii JIT – *Just In Time*. Taková opatření vedou k odstranění

možných druhů plýtvání vyplývající z nadprodukce, vysokých zásob, zbytečné přepravy materiálu, zbytečných činností, poruch, čekání a nevyužitých myšlenek. Pomocí metod a postupů využívaných v oblasti zlepšování výrobních systémů lze dosáhnout vysoké produktivity.

Ve firmě SKV je takovou metodou program – ProSKV.

V týdenních cyklech probíhají moderované workshopy, které se svým charakterem zaměřují na kritická místa výroby. Pozvaní účastníci (6–8 členů týmu) zastupují relevantní úseky (konstrukce, vývoj, technologie, výroba, logistika apod.) a ovlivňují svými nápady a zkušenostmi chod sezení, které je moderátorem vedeno k vytyčenému cíli. Výsledky jsou prezentovány. Po aplikaci je zpětnou vazbou ověřena skutečná dosahovaná účinnost.

Komplexní cíle naplňující předpoklady úspěchu musí být:

S – specifické	– v množství, kvalitě a čase
M – měřitelné	– určení jednotky měření výkonu
A – ambiciózní	– nutné s ohledem na neustálé zlepšování
R – reálné	– ve své ambicióznosti musí být uskutečnitelné
T – termínované	– možnost sledovat jejich plnění

[8]

Cíle v programu ProSKV jsou

- úspora pracovních ploch o 20%
- úspora pracovních časů o 20%
- zkrácení průběžných dob výroby o 20%
- zlepšení bezpečnosti práce minimálně jedním opatřením
- minimalizace výrobních odchylek alespoň o 10%

3.3.2 Navrhované optimalizace v SKV

Jako vedlejší výstup této práce zařazuji návrh na zavedení metod podporujících kontinuální zlepšování KAIZEN.

Vhodnou metodou pro podnik SKV je metoda 5S. Pochází, stejně jako celý systém kontinuálního zlepšování, z Japonska a je používána firmami po celém světě.

Díky ní je možné dosáhnout přehledných, organizovaných a trvale čistých

pracovišť a také samostatných zaměstnanců, kteří budou dodržovat stanovený systém pořádku a čistoty. Hlavními cíli bude:

- odstranění hledání nástrojů a materiálu $\implies$ získání času na jiné činnosti
- snížení počtu chyb lepším uspořádáním
- změna chování pracovníků k pracovištím a strojům
- zvýšení pružnosti a reakcí na podněty
- zaujmutí zákazníka pořádkem v celém areálu (ve výrobě především)
- zpřehlednit stav zásob, uvolnění plochy

Metoda 5S má název odvozený od pěti japonských slov (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke).

Seiri – Úklid – znamená odstranění všeho nepotřebného z pracoviště. Tento bod by ve společnosti mohl být uplatněn systémem červených visaček. Každá zbytečná věc na pracovišti by byla označena červenou visačkou formátu A4 viditelně tak, aby každý viděl, že tato věc má být odstraněna. Jedná se např. o odepsaný materiál nebo věci nepotřebné pro funkčnost pracoviště.

Seiton – Pořádek – znamená správné skladování pro eliminaci hledání potřebných věcí. Doporučené kroky systémem správného skladování začínají pečlivým vyznačením pracovních prostorů na podlahách a jejich separování podle funkčnosti. Oddělení se týká pracovních zón, uliček, manipulačních cest, šipek určujících směry dopravy apod. Přístroje a nástroje potřebné na pracovišti je nutné umístit do krabic nebo označených beden, aby se nepovalovaly neurčeně na pracovištích.

Seiso – Čištění – systematický úklid a čištění by pomohly ke zvýraznění abnormalit. Čistá pracoviště by napomáhala kvalitě, bezpečnosti práce, prezentaci firmy. Úklidové plány jsou jen špičkou ledovce, na čistotě se musí podílet všichni zaměstnanci. Například věnovat 5 min denně úklidu pracoviště.

Seiketsu – Standardizace – udržení čistoty a pořádku je v kontinuálním smyslu důležité. Nejlepším způsobem bude vizuální kontrola pracoviště pro rychlé přijmutí opatření k nápravě.

Shitsuke – Disciplína – Je obtížné změnit se sám, proto by vedoucí zaměstnanci měli jít příkladem v dodržování cílů 5S. Role školitelů v již aplikovaném programu ProSKV by vhodně podpořila vzdělávání pracovníků a vznik nových nápadů pro podporu systému 5S. Doporučuje se využívat podpůrných prostředků při prezentacích i workshopech (fotografie, video, příklady zlepšení).

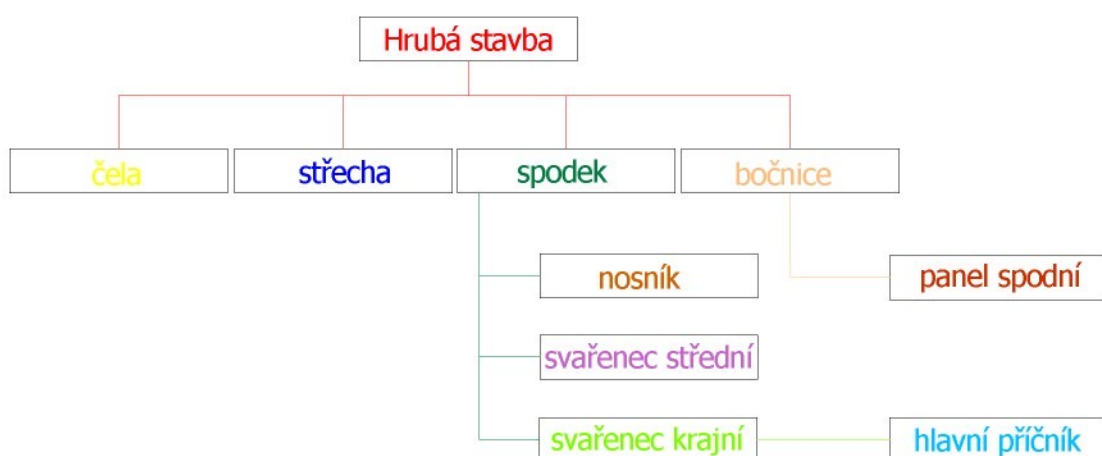
Princip zavedení této metody vyžaduje využívání konstruktivního feedbacku – zpětné vazby – pro společné formulování opatření vedoucích ke kontinuálnímu zlepšování ve všech činnostech podniku.

4. Kapacitní využití jednotlivých pracovišť

4.1 Rozbor komponentů hrubé stavby metra M1

Výrobu skříně vozů lze rozdělit na výrobu jednotlivých komponentů, podsestav a konečné zkomponování HS. Na schématu rozpadu HS viz *obrázek 9.* jsou velmi dobře patrné jednotlivé komponenty, které se sestaví do subsestav, a ty nakonec utvoří závěrečnou fázi, kterou je hrubá stavba.

U čelních vozů M1.1. s řídicí kabinou jsou ještě před závěrečnou kontrolou lepena laminátová čela. Tato operace se provádí na odděleném pracovišti.



Obrázek 9. - Rozpad hrubé stavby vozů METRO

4.1.1 Stanovení příslušných technologických míst k jednotlivým komponentům

V **tabulce č.2.** jsou přehledně uvedena pracoviště, na kterých probíhá kompletace popsaných dílů a podsestav vozů Metro M1. Z tabulky je zřejmé, že některé části mají společná výrobní místa. Proto se jejich využití bude v kapacitních propočtech sčítat a jejich skutečné využití bude jejich součtem uzavřeným pro jednotlivé komponenty na daném technologickém místě. Ta jsou v některých případech zdvojená, je tedy možné využít na nich dvojnásobného časového fondu.

Popis komponentu	Označení pracoviště	Úkon	Pracovišť celkem
Střecha	FER A C11	Svařování levá a pravá vaznice	1
Střecha	FER A 011	Odkladová plocha	1
Střecha	FER A C12	Svařování střecha	1
Střecha	FER A 012	Dokončení střecha	1
Střecha	FER A 013	Dokončení střecha	1
Střecha	FER A 014	Odkladová plocha	1
Spodek	FER A 023	Sestavení spodku	1
Spodek	FER A 024	Dokončení spodku	1
Spodek	FER A 025	Dokončení spodku	1
Sekce bočnice M,V	FER A 030	Odkladová plocha	1
Sekce bočnice M,V	FER A 031	Svařování bočnic	2
Sekce bočnice M,V	FER A 032	Dokončení bočnic	2
Čelo	FER A 040	Odkladová plocha	1
Čelo	FER A 041	Svařování čela	1
Čelo	FER A 042	Dokončení čela	1
Nosník	FER A 111	Odkladová plocha	1
Nosník	FER A 027	Podélník	1
Svařenec krajní	FER A 020	Odkladová plocha	1
Svařenec krajní	FER A 021	Desky spodku	2
Svařenec krajní	FER A 022	Představek	2
Svařenec krajní	FER A 028	Odkladová plocha	1
Svařenec střední	FER A 021	Desky spodku	2
Svařenec střední	FER A 020	Odkladová plocha	1
Hlavní příčník	FER A 026	Metro H.Q.T.	2
Hlavní příčník	FER A 029	Odkladová plocha	1
Hlavní příčník	FER A 003	AXA Frézka	1
Panel spodní	FER A 021	Desky spodku	2
Panel spodní	FER A 003	AXA Frézka	1
Panel spodní	FER A 020	Odkladová plocha	1
Hrubá stavba	FER A 050	Sestava skříně	1
Hrubá stavba	FER A 051	Svařování skříně	1
Hrubá stavba	FER A 052	Dokončení skříně	1
Montáž	FER A 053	Dokončení skříně	1

Tabulka 2. - Soupis pracovišť

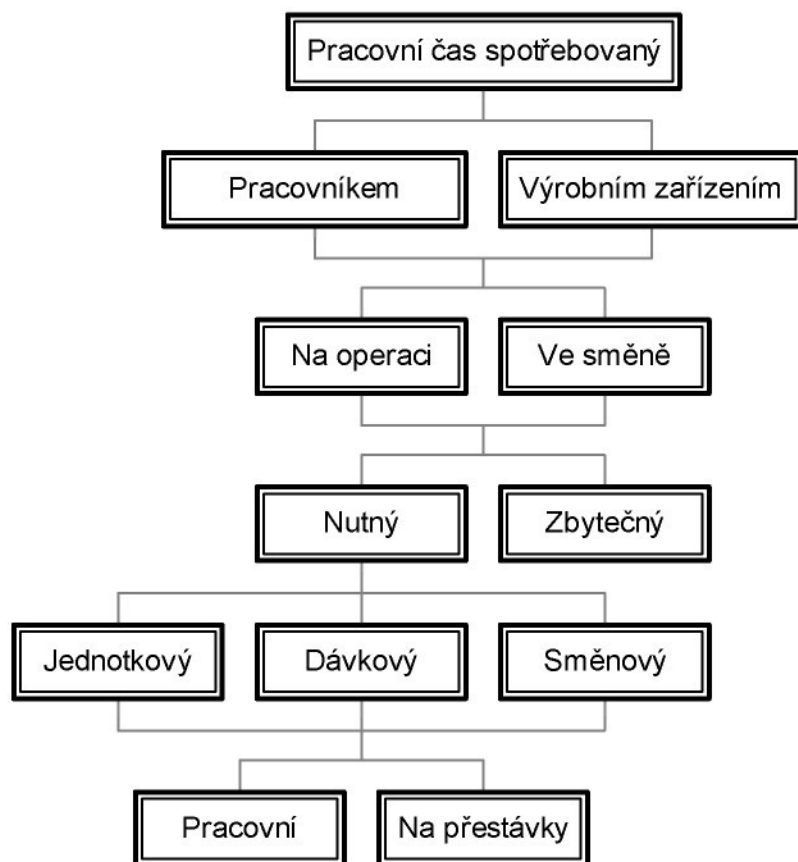
4.2 Rozdělení spotřeby časů ve výrobě

Při třídění času je nutné rozlišovat čas spotřebovaný pracovníkem a čas spotřebovaný výrobním zařízením. Takový čas může být spotřebován pracovníkem i výrobním zařízením buď přímo nebo ve směně vůbec. Přitom spotřeba času je nutná, nebo zbytečná. Čas nutný ke splnění konkrétního pracovního úkonu je spotřebováván jednak u každé jednotky produkce, jednak na zajištění nerušeného

průběhu výroby ucelené výrobní dávky produkce (příprava a ukončení činnosti na dávku) a také na zajištění nerušeného průběhu práce v jedné směně (připravení práce ve směně a její ukončení).

Čas potřebný pro jednotku produkce, ale i pro dávku a směnu není pouze časem skutečné dělníkovy aktivní práce. Pracovník spotřebovává pracovní čas také na různá přerušení práce, která můžeme označit jako přestávky práce.

[7] [9]



Obrázek 10.- Základní rozdělení druhů spotřeb časů

[9]

Obsah a význam pojmů jednotlivých druhů spotřeb času je následující:

Pracovní čas spotřebovaný pracovníkem:

Celkové množství bezprostředně pracovníkem vynakládané pracovní doby při plnění pracovního úkolu.

Pracovní čas spotřebovaný výrobním zařízením:

Celkové množství pracovní doby při plnění pracovního úkolu spotřebované výrobním zařízením.

[9]

Pracovní čas spotřebovaný na operaci pracovníkem:

Vztah účasti pracovníka na realizaci jedné konkrétní operace procesu.

Pracovní čas spotřebovaný na operaci výrobním zařízením:

Vztah účasti výrobního zařízení na realizaci jedné konkrétní operace procesu.

Pracovní čas spotřebovaný ve směně:

Ukazuje na jaké děje byl pracovní čas spotřebován v průběhu jedné směny.

Pracovní čas zbytečný:

Čas dějů, který pro splnění úkolu procesu nebyl potřebný; je to čas ztrátový.

Pracovní čas nutný:

Čas dějů (činností i nečinností), které jsou nezbytné pro splnění pracovního úkolu za daných výrobních podmínek; člení se na čas práce a čas přestávky.



čas jednotkový t_A:

Čas činnosti i nečinnosti nezbytně potřebný při zpracování každé jednotky produkce (ks, t, m³ apod.).



čas dávkový t_B :

Čas nutně spotřebovaný na činnosti při zajišťování zpracování jedné dávky součástí (rozuměj tím připravení a ukončení práce pro jednu dávku součástí); není závislý na velikosti dávky.



čas směnový t_C :

Čas pro uskutečnění takových činností a nečinností, které souvisejí s prací v průběhu jedné směny, např. příprava pracoviště na počátku směny, oddech v průběhu směny, úklid pracoviště na konci směny.



čas práce:

Zahrnuje časovou spotřebu pro všechny činnosti nutné pro správné splnění pracovního úkolu; obsahuje jak činnosti fyzické tak i činnosti psychické.

čas přestávek:

Spotřebovaný čas při přerušení pracovní činnosti (pracovníka nebo stroje); jedná se tedy o dobu nečinností, které z hlediska splnění úkolu jsou nutné, jejich nutnost může být platná obecně (pravidelné přestávky na jídlo) nebo podmíněčně (vyvolaná určitou okolností, např. čekáním na ukončení automatického chodu stroje).

[9]

Podrobný obsah jednotlivých druhů spotřeb času viz **příloha 9**.

4.3 Určení časových úseků jednotlivých operací, výrobních, přípravných a manipulačních na pracovišti

V následující kapitole jsou v tabulkách přehledně uvedena data spotřeby časů. Při jejich určování se vycházelo z poskytnutých technologických postupů. Řadu údajů z TPO bylo nutné ověřit vlastním měřením, zpřesnit pozorováním výrobního procesu, nebo samostatně určit podle postupů nastíněných v **kapitole 3. Normování**, při použití poskytnutých interních sborníků norem.

Tabulky jsou rozděleny podle komponentů a podsestav HS. Její sestavení je pak předmětem **tabulky 5. - Hrubá stavba**. V této kapitole DP jsou uvedena získaná data pro vybraného představitele podsestav a data pro HS. Tabulky pro ostatní díly jsou předmětem **přílohy č.4**. Tabulka nese číslo výrobní operace, popis příslušného kroku, označení pracoviště, na kterém je operace prováděna, a číslo (nebo popis) přípravku, který je používán na příslušném pracovišti. Případné přesuny dílů na jiné pracoviště při výrobě jednotlivých komponentů nebo podsestav jsou v tabulkách označeny dvojitou čarou, za kterou následuje operace na následujícím pracovišti. Komplexní pohled na průběh montáže je na **obrázku 15. (str. 56)**.

Z hlediska výpočtu kapacitního využití jednotlivých pracovišť jsou nedílnou součástí tabulek časové intervaly:

- t_{AC} - jednotkový čas s přírážkou směnového [Nmin]
přírážka zahrnuje přípravu a převzetí práce na začátku a na konci směny, čas pro přirozené potřeby, oddech, hygienu a čas zahřátí používaných zařízení
- t_{BC} - dávkový čas s přírážkou směnového [Nmin]
přírážka zahrnuje časy vztažené k dávce, tj. převzetí, vystavení a prostudování podkladů, časy pro seřízení strojů, časy pro seřízení nástrojů, časy obecně nutných přestávek, příp. čekání na jeřáb a čekání na ukončení zkušebního automatického chodu stroje
- t_S - čas práce stroje [Nmin]

Ke každému komponentu a podsestavě HS je uveden popis technologického postupu, popsán materiálový tok a uvedena potřebná manipulační zařízení.

Důležitou veličinou jsou i rozměry dílu uvedené v **tabulce č.3.**, které jsou limitujícími faktory pro velikost pracovišť. Pro každý díl je prvním krokem v technologickém postupu, který není zahrnut v přehledu, přestože je uvážen ve výpočtu, krok vystavení nezbytných dokumentů, průvodky kvality a měřících listů.

	Hmotnost [kg]	Délka [mm]	Šířka [mm]	Výška [mm]
Příčník hlavní	184	2532	732	-
Nosník (58802)	349	17580	180	462
Svařenec střední	846	12020	2330	85
Svařenec krajní	461	2829	2330	405
Spodek	2536	18850	2712	405
Panel spodní	423	10545	1138	-
Sekce bočnice – M	76,5	1491	60	2138
Sekce bočnice – V	122,5	3018	60	2138
Čelo	84	200	2712	2516
Střecha	1076	17690	2638	-
Hrubá stavba	4940,6	19086	2712	2752

Tabulka 3. - Parametry komponentů, podsestav a hrubé stavby vozů METRO

[13]

Výroba podsestavy: **Sekce bočnice – Velká**

Velké bočnice (dvou okenní) se kompletují ve výrobní lodi VÚ46. Pracoviště této lodi jsou obecně vzdálena od konečného svaření HS více než 150 m. Na plochách A 031 a A 032 jsou umístěny svařovací přípravky PSV 161-0673 A/B, na kterých se dají vyrábět oba typy bočnic (jsou přestavitelné). Díly vaznice, sloupky a panel spodní jsou svařovány ručně metodou TIG. Díly jsou očištěny pomocí nerezových kartáčů s použitím technického lihu. Okolí svarových ploch je přehříváno na 80 - 110°C plamenem. Oblouky oken jsou vyfrézovány ručně. Pro manipulaci se používá konopných lan nebo textilních pásů. Jeřábem *Kran VÚ46* jsou vaznice odvezeny na pozici A 032. Ruční úhlovou brusku s brusným kotoučem se leští svary. Kontrola svarů je prováděna kapilární metodou. Do středu konstrukce je umístěn okenní sloupek.



Obrázek 11. - Otáčení sekce bočnice - velké

Číslo operace	Označení pracoviště	Číslo přípravku	Popis operace	Doba práce t_{AC} [Nmin]	Doba přípravy t_{BC} [Nmin]	Doba práce stroje t_S [Nmin]
5	A 031	PSV 161-0673 A/B	Očistit svarové plochy	31,8	18,6	-
10	A 031	PSV 161-0673 A/B	Založit a upnout díly	30,0	28,2	-
30	A 031	PSV 161-0673 A/B	Předeřhát plamenem kontrolovat teplotu	31,8	18,6	-
40	A 031	PSV 161-0673 A/B	Stehovat a svařit nechat vychladnout a očistit	435,8	18,6	-
60	A 031	PSV 161-0673 A/B	Zabrousit svary a vyleštiti lamely	196,2	18,6	-
70	A 032	Podpěry	Přesunout, kontrolovat sekci, založit do stojanu	46,8	18,6	-
80	A 032	Podpěry	Kontrola svaru rozměrů, zabroušení	-	-	-
90	A 032	Podpěry	Zabrousit sekci, srazit ostří	112,8	18,6	-
100	A 032	Podpěry	Odvrtat trhliny, vybrousit, odmastit svarové plochy	202,2	18,6	-
110	A 032	Podpěry	Svařit, očistit, kontrola	79,8	18,6	-

Tabulka 4. - Spotřeba časů pro výrobu SBV

Výroba sestavy: **Hrubá stavba**

Sestava hrubé stavby vozů Metro je prováděna na třech pochopitelně nejrozlehlejších stanovištích. Veškerý transport na nich je obstaráván jeřábem *Kran VÚ38*. Prvním, A 050, je aretační přípravek, do kterého jsou postupně ustaveny všechny uvedené podsestavy. S ohledem na konstrukci je nejprve aretován spodek HS. Rámy aretace jsou předsunuty do krajní (rozevřené) polohy a jsou ustaveny pomocí představitelných šroubů na příčnou a podélnou osu aretace. Následně jsou ustaveny sekce bočnice, což je další bod technologického postupu. Za přivezením a ustavením střechy následuje upevnění rozpěrných tyčí na díly sekcí bočnic. Svařování předchází kontrola aretované HS.



Obrázek 12. - Hrubá stavba na aretačním pracovišti A 050

Svařování, nejpoužívanější technologie, je aplikováno nejprve z vnitřních stran. Stehy jsou po svaření zabroušeny a odfrézovány ručními strojky. Po ustavení předního čela je přeměřena délka vozu a následuje svaření. Před přenesením HS pomocí jeřábu ke svařovacímu automatu jsou nastehovány a spojeny rohovníky. Na působišti A 051 jsou svařeny vnější svary mezi střechou, bočnicemi a spodkem metodou MIG/MAG. Nejprve se svaří spodní svar mezi bočnicí a podélníkem. Následuje horní svar mezi bočnicemi a vaznicemi střechy. Dokončení krátkých svarů

pomocí ručního svařování je uskutečněno s předeřhřevem aktuálních míst. Frézování probíhá na 2 třísky a určené svary jsou zabroušeny do roviny. Na dokončovací pracovišti A 052 jsou provedeny některé kontrolní operace rozměrové, jako je kontrola délky vozu. Následuje dokončení svařovacích operací na mezivozových čelech. Bodové návary oplechování čel jsou posledním svařováním před úplným dokončením HS. Konečné broušení svarů je obstaráno ručně pomocí úhlových brusek dvěma pracovníky. Kontrolní pracoviště A 053 je mimo hlavní výrobní haly.

Číslo operace	Označení pracoviště	Číslo přípravku	Popis operace	Doba práce t_{AC} [Nmin]	Doba přípravy t_{BC} [Nmin]	Doba práce stroje t_S [Nmin]
13	A 050	Aretační příp.	Očistit, odmastit, vysušit svarové plochy	222,0	9,6	-
20	A 050	Aretační příp.	Aretace dílů HS	494,3	27,0	-
30	A 050	Aretační příp.	Nastehovat a Svařit	256,4	9,6	-
40	A 050	Aretační příp.	Zabrousit stehy po svaření, očistit	60,8	9,6	-
50	A 050	Aretační příp.	Lícovat, ustavit čela, stehovat	117,5	9,6	-
51	A 050	Aretační příp.	Zabrousit stehy po svaření, očistit	154,0	18,6	-
52	A 050	Aretační příp.	Nastehovat a Svařit	65,9	18,6	-
55	A 050	Aretační příp.	Ustavit díly, stehovat	340,0	18,6	-
60	A 050	Aretační příp.	Svařovat díly	101,0	18,6	-
63	A 050	Aretační příp.	Lícovat rohovníky, svařit vnější stany	69,9	18,6	-
65	A 050	Aretační příp.	Předeřhřát plamenem, kontrolovat teplotu	64,1	18,6	-
67	A 050	Aretační příp.	Nastehovat a Svařit rohovníky z vnitřní strany	361,7	18,6	-
70	A 050	Aretační příp.	Uvolnit aretaci, přenést do svářečského automatu	58,7	9,6	-
80	A 051	Automat. svař.	Okartáčovat rotačními kartáči automatu	500,4	28,2	500,4
90	A 051	Automat. svař.	Svařovat MIG vnější svary mezi střechou a bočnicemi	951,6	187,8	951,6
100	A 051	Automat. svař.	Frézovat podélné svary	516,6	18,6	-
105	A 051	Automat. svař.	Očistit, odmastit, vysušit sv. plochy	132,6	9,6	-
107	A 051	Automat. svař.	Předeřhřát plamenem, kontrolovat teplotu	67,0	18,6	-
110	A 051	Automat. svař.	Svařování - dokončit	167,0	18,6	-
120	A 051	Automat. svař.	Zabrousit svary	547,2	18,6	-
130	A 051	Automat. svař.	Kontrolovat otvory	33,0	18,6	-

Číslo operace	Označení pracoviště	Číslo přípravku	Popis operace	Doba práce t_{AC} [Nmin]	Doba přípravy t_{BC} [Nmin]	Doba práce stroje t_S [Nmin]
134	A 052	podvozky	Převést	61,6	18,6	-
135	A 052	podvozky	Očistit svarové plochy	104,0	9,6	-
140	A 052	podvozky	Nastehovat svarové plochy	699,0	18,6	-
155	A 052	podvozky	Svařovat a očistit	385,0	18,6	-
160	A 052	podvozky	Zabrousit svary	270,0	9,6	-
170	A 052	podvozky	Oplechovat čela, bodové návary	279,0	18,6	-
180	A 052	podvozky	Obrousit svary	119,0	18,6	-

Tabulka 5. - Spotřeba časů pro výrobu HS

4.4 Kapacitní propočty

4.4.1 Účel kapacitních propočtů

Kapacitních propočtů může být využito zejména pro:

- kvantifikaci potřeb zdrojů (prvků) VS jako: výrobních strojů, pracovních sil, výrobních ploch, energie atd.
- optimalizaci časového event. energetického využití výrobních zdrojů stávajících VS ve vztahu k požadavkům výrobních programů
- modelování (simulaci) provozuschopnosti dynamického využití jednotlivých prvků v systémové návaznosti jak hlavních, tak vedlejších pomocných činností výrobního procesu, který má být realizován ve VS

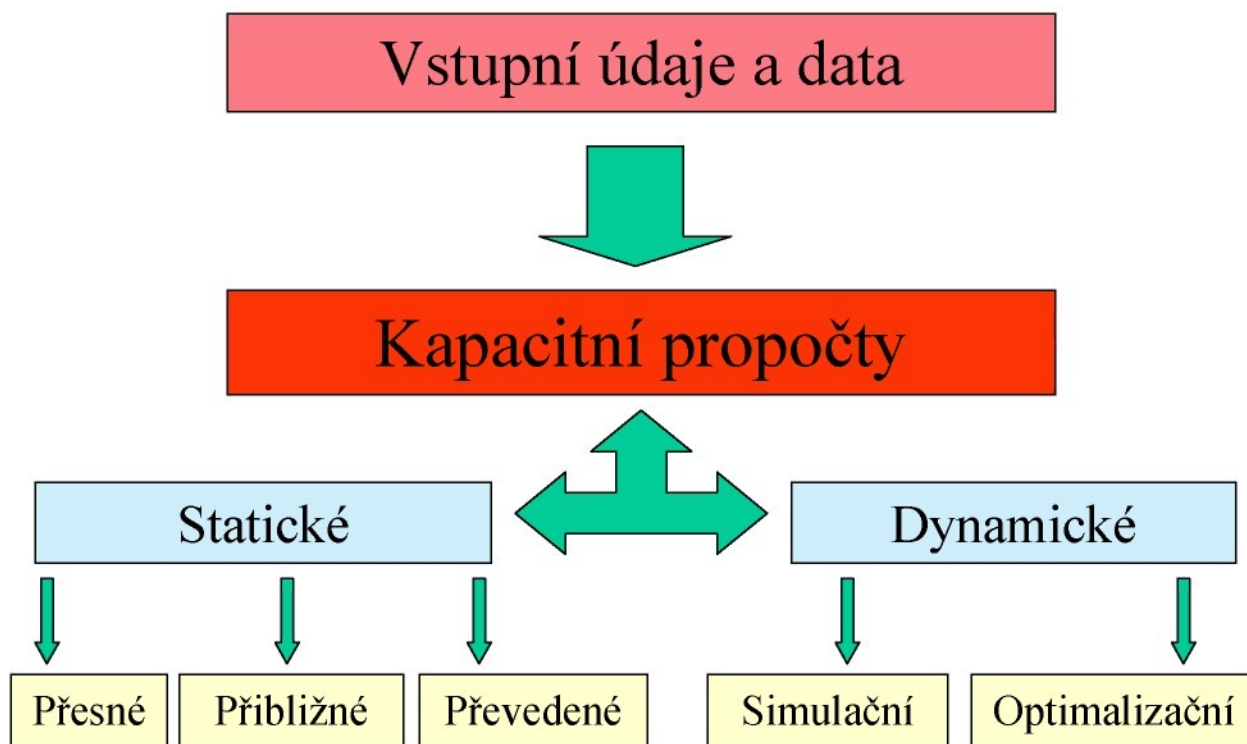
Hlavním účelem je stanovení proporcionálních vztahů mezi výrobním programem (výrobními úkoly) a výrobním profilem (výrobními zdroji).

Podle charakteru projektu VS lze kapacitní propočty realizovat několika způsoby. Základními formami jsou kapacitní propočty:

- statické
- dynamické

[5]

Detailnější rozdělení kapacitních propočtů je přehledně znázorněno na *obrázku č.13.*



Obrázek 13. - Rozdělení kapacitních propočtů

[5]

Vstupními údaji a daty rozumíme:

- Výrobní program, zahrnující:
 - sortiment výroby
 - celkový objem
 - požadovanou kvalitu
- Výrobní profil:
 - stroje nutné pro výrobu daného sortimentu
 - výrobní plochy pro kapacity výroby
 - dopravní zařízení určená k předoperační, mezioperační i pooperační manipulaci
- Výrobní postup:
 - posloupnost výroby
 - použité technologie
 - časové normy
- Konstanty úlohy:
 - roční časový fond
 - předpokládané časové využití strojů
 - směnnost
 - stupeň plnění výkonnostních norem

4.4.1.1 Kapacitní propočty statické

Výběr typu statických kapacitních propočtů je nutné uvážit podle charakteru výrobního programu, který je určen např.: velikostí sortimentu, druhem výroby – kusová, malosériová, sériová, hromadná apod. Nutné je posoudit aktuální stav vstupních dat, jejich úplnost, event. stupeň projektové přípravy. Statické kapacitní propočty dělíme na:

Přesné statické kapacitní propočty

Tento typ kapacitních propočtů je vhodný pro sériovou a hromadnou výrobu. Lze je využít v případě, kdy je k dispozici úplná konstrukční, technologická i plánovací dokumentace. Používají se pro určení kvantifikace zdrojů jako: materiálu, energie, výrobních strojů, výrobní plochy, pracovních sil apod.

Přibližné statické kapacitní propočty

Při zakládání koncepčních variant technologických projektů je výhodné použít přibližné výpočty jako orientační, pro zpracování základních možností.

Převedené statické kapacitní propočty

V případech, že není k dispozici úplná dokumentace k danému výrobnímu programu (např. neznáme některé kapacitní nároky výrobního úkolu) a pokud existuje rozsáhlý sortiment v daném objemu výroby. Takový výpočet se užívá především v kusové, případně v malosériové výrobě, kde se výrobní program převádí pomocí vybraných reprezentantů ve skupinách konstrukčně a technologicky podobných výrobků na jejich parametry. Přesnost propočtů je tedy závislá na vhodném výběru reprezentantů a na volbě empirického vztahu, který se použije k převodu do výrobního programu. [5]

4.4.1.2 Kapacitní propočty dynamické

Z hlediska optimalizačního slouží k výpočtu časového vytížení strojů ve vztahu k výrobnímu programu a také k určení výnosů (zisku) sortimentu výrobků. Pomocí simulačního odvětví lze snadno určovat průběžné doby výroby, celkové propustnosti výrobních systémů, požadavky na manipulaci, kvantifikace strojů i dopravních vozíků.

Optimalizační dynamické kapacitní propočty

Vycházejí zpravidla z informací o kapacitních nárocích jednotlivých výrobků a disponibilních časových fondů příslušných zdrojů, z odbytových požadavků a možností jednotlivých výrobků. Cílem takových optimalizací je např. určení objemu jednotlivých výrobků ve vztahu k odbytovým možnostem, stanovení proporcionálních vztahů mezi kapacitními nároky a příslušnými disponibilními fondy zdrojů. S jejich pomocí lze vytvořit podmínky ve výrobním procesu pro maximální přínosy v oblasti zisku, časového vytížení nebo využití zdrojů. Tyto úlohy bývají matematicky modelovány jako úlohy lineárního programování přijetím některé z možných hypotéz o předmětech modelování (např. hypotéza – kapacitní nároky jsou úměrné jejich objemům). [5]

Simulační dynamické kapacitní propočty

Charakteristiky jednotlivých činností jsou při simulaci VS získávány jako dynamické díky cílenému experimentování s počítačovými modely. Simulaci je možné využít pro potřeby v etapách předprojektových i projektových. Nespornou výhodou je možnost nasimulování různých modelů i v průběhu výroby, aniž se tím jakkoli zasáhne do probíhajících projektů. Simulace “virtuálních” kapacitních propočtů mohou probíhat paralelně vedle stávající výroby. Největším přínosem jsou zpětné odezvy modelu, který se při přesném nastavení chová jako simulovaný proces, a je tedy možné ověřit si případná rizika, chyby apod. Simulace je nezbytnou součástí při projektování a provozování automatizovaných a pružných VS, kde především požadavky na flexibilitu, vysokou produktivitu, zkracování průběžných dob výroby a snižování pořizovacích i výrobních nákladů kladou vysoké nároky na projektantskou, plánovací a řídicí činnost. [5]

4.4.2 Stanovení časových fondů

4.4.2.1 Roční využitelný fond operátora

Pro veškeré ruční svářečské a zámečnické operace platí: $F_{op} = d_{ef} \cdot h \cdot s$ (1)

d	=	260	[dní]	-	počet pracovních dní v roce včetně svátků
d _{dov}	=	28	[dní]	-	celozávodní dovolená + řádná dovolená + volno

d_{nem}	=	7	[dní]	-	nemocenská
d_{ef}	=	225	[dní]	-	využitelné pracovní dny
h	=	7,5	[h]	-	počet hodin ve směně
s	=	1	[-]	-	směnnost

proto $F_{op} = 225 \cdot 7,5 \cdot 1 = \underline{\underline{1687 [Nh / rok]}}$

4.4.2.2 Roční využitelný fond stroje

Pro jeho výpočet platí vztah: $F_{VS} = d_{ef} \cdot h \cdot s \cdot k_z$, kde: (2)

d	=	260	[dní]	-	počet pracovních dní v roce včetně svátků
d_{dov}	=	15	[dní]	-	celozávodní dovolená + svátky
d_{ef}	=	245	[dní]	-	využitelné pracovní dny
h	=	7,5	[h]	-	počet hodin ve směně
s	=	1	[-]	-	směnnost
k_z	=	0,85	[-]	-	koeficient na opravy (preventivní údržba a opravy -15%)

proto $F_{VS} = 245 \cdot 7,5 \cdot 1 \cdot 0,85 = \underline{\underline{1561 [Nh / rok]}}$

Preventivní údržba na pracovišti A 003 - frézky AXA UPFZ40 zahrnuje preventivní údržbu pohyblivých částí frézky, kontrolu geometrie pojezdu, preventivní kontrolu pneumatických a chladících obvodů a pravidelnou údržbu elektrických rozvodů.

U svářecího automatu CLOOS CAT/2LB/180° se také kontrolují přívaděče elektrického napětí, rozvody, podavače přídatného materiálu, geometrie pojezdu a funkčnost integrovaného odsávání.

4.4.2.3 Roční využitelný fond technologického místa

Platí: $F_P = d_{ef} \cdot h \cdot s \cdot k_z$ (3)

d	=	260	[dní]	-	počet pracovních dní v roce včetně svátků
d_{dov}	=	15	[dní]	-	celozávodní dovolená + svátky
d_{ef}	=	245	[dní]	-	využitelné pracovní dny

h	=	7,75 [h]	-	počet hodin ve směně
s	=	1 [-]	-	směnnost
k _z	=	0,95 [-]	-	koeficient na opravy (preventivní údržba a opravy - 5%)

potom: $F_p = 245 \cdot 7,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = \underline{\underline{1804 [Nh / rok]}}$

Pro preventivní údržby a opravy pracovních ploch není stanoven jednotný systém. V **kapitole 3.3.2** metodou 5S navrhují jednotlicí systém údržby.

4.4.3 Rozbor kapacitního využití pracovišť

Pro výrobu jednoho vozu HS je nutné použít některých dílů kvantitativně více a jiných méně. Pro přehled množství dílů pro jednotlivé vozy Metra slouží následující **tabulka č.6.**

Komponent	Typ Vozu			Počet souprav		
	M 1.1	M1.2	M1.3	1 souprava	10 souprav	20 souprav
Hlavní příčník	2	2	2	10	100	200
Nosník	2	2	2	10	100	200
Svařenec střední	1	1	1	5	50	100
Svařenec krajní	2	2	2	10	100	200
Spodek	1	1	1	5	50	100
Panel spodní	2	2	2	10	100	200
Sekce bočnice - M	2	4	4	16	160	320
Sekce bočnice - V	6	6	6	30	300	600
Mezivozové čelo	1	2	2	8	80	160
Střecha	1	1	1	5	50	100

Tabulka 6. – Přehled potřebného množství

Z **tabulky 6.** je zřejmé, že by nebylo přínosné použít jako výrobní dávku jakýkoliv jediný vůz vlaku. Vlak je složen ze 2 vozů M1.1., stejného počtu vozů M1.2. a jediného vagónu M1.3. Vozy se liší v množství dvou základních komponentů: jsou to sekce bočnice (M1.1. – 8 ks, resp. M1.2.-3. – 10 ks) a mezivozové čelo, které je u krajních vozů nahrazeno plastovým předním vozovým čelem. Je výhodnější zvolit jako výrobní dávku kompletní soupravu Metra, která obsahuje celkový počet jednotlivých prvků, jak je uvedeno v **tabulce 6.** Odvolávky pro výrobu jsou stanoveny na 10 souprav za rok, po následující 2 roky.

V přehledu nechybí ani zohlednění případného dvojnásobného navýšení výrobních požadavků. Reálně nebude následující rok vyráběno více než 12 souprav. Kapacitní využití pro 20 ks/rok je uvedeno jen jako orientační propočet. Jeho smysl spočívá ve využití těchto propočetů při náběhu typově podobných vozů (připravuje se např. projekt MARACIBO). Tento typ vozů je mnoha komponenty téměř shodný s projektem Metro. Pro jeho náběh mohou být tyto propočty využity jako přibližné kapacitní propočty viz obrázek č.13. (str. 44) – (resp. *Přibližné kapacitní propočty*)

Příklad výpočtu: Využití pracoviště A C11 určeného pro komponent Střecha: Jde pracoviště svařování střechy strojem Closs, proto je ve výpočtu použit roční časový fond stroje $F_{VS} = 1561$ [Nh/rok]

Určení počtu výrobních dávek: $p_d = \frac{Q}{d_v} = \frac{50}{5} = \underline{10}$, kde (4)

Q - [ks/rok] - počet kusů komponentu za rok, tj. v 10-ti vlcích

d_v - [-] - velikost výrobní dávky – komponentů v 1 dávce (1 vlak)

Určení normohodin za roční období

t_{AC} – jednotkové operační časy i časy dávkové t_{BC} jsou určeny v **kapitole 4.3**.

Pro díl střechy:

$t_{AC} = 859,2$ [Nmin], $t_{BC} = 131,4$ [Nmin]

$$T_{AC} = \frac{t_{AC} \cdot Q}{60} = \frac{859,2 \cdot 50}{60} = \underline{716[Nh/rok]}; T_{BC} = \frac{t_{BC} \cdot p_d}{60} = \frac{131,4 \cdot 10}{60} = \underline{21,9[Nh/rok]} \quad (5);(6)$$

Nároky na kapacity:

$$H_n = T_{AC} + T_{BC} = \frac{t_{AC} \cdot Q}{60} + \frac{t_{BC} \cdot p_d}{60} = \frac{859,2 \cdot 50}{60} + \frac{131,4 \cdot 10}{60} = \underline{737,9[Nh/rok]} \quad (7)$$

Teoretické a skutečné procentuelní využití pracoviště A C11:

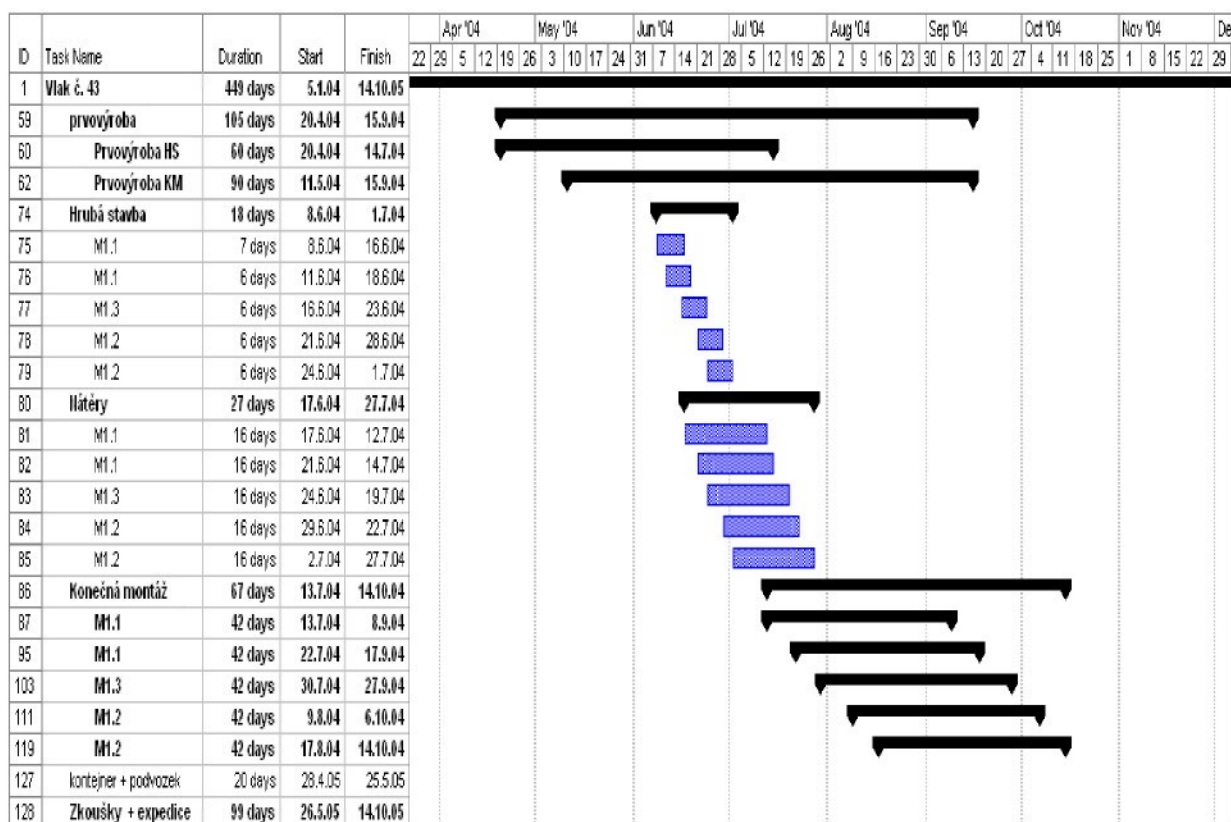
$$p_{steor.} = \frac{H_n}{F_{VS}} = \frac{737,9}{1561} \cdot 100 = \underline{47,3[\%]}; p_{skut.} = \frac{p_{steor.}}{\alpha \cdot \eta} = \frac{47,8}{1,2 \cdot 0,95} = \underline{41,5[\%]} \quad (8);(9)$$

Koeficient překračování norem $\alpha = 1,2$ je určen subjektivně s ohledem na dlouhodobé plnění objektivních norem v podniku SKV. Hodnota součinitele časového využití stroje $\eta = 0,95$ je stanovena podle typu pracoviště (pro automatizovaná pracoviště $\eta = 0,95$, pro ruční pracoviště $\eta = 0,98$ a zámečnické operace $\eta = 1$). Hodnotu skutečného využití pracovišť uvádím jako doplňkovou.

Podle postupu uvedeného v příkladu výpočtu pro pracoviště A C11 jsou zpracovány výstupní tabulky kapacitního využití pracovišť viz **tabulka č.7.** a **č.8.**

Tabulky se liší pouze počtem výrobních dávek. V současné době je nutné dodat 10 souprav za rok, nicméně náběh výroby předpokládá v dalším roce dodání dvanácti souprav. Toto navýšení je proto zohledněno **tabulkou č.8.**

Hodnoty jednotkových časů s přírážkou směnového a časů dávkových s přírážkou směnového pro daný technologický krok na příslušném stanovišti jsou uvedeny v **kapitole 4.3.** Celkový jednotkový i dávkový čas pro jednotlivá pracoviště je výsledkem prolínání jednotlivých technologických kroků a součtu jejich jednoznačných časů. Výrobní časy se překrývají. Průběžná doba výroby je stanovena algoritmem zadaným do programu MS Project. Tento software je využíván společností SKV právě k určení návaznosti průběžných dob výroby. Vstupní data jsou aktualizována měřením průběžných časů přímo ve výrobě nebo s použitím identických technologických postupů. Příklad návazností a postupů programu MS Project je uveden na **obrázku č.14.**



Obrázek 14. – Příklad prolínání operací v časových osách programu MS Project

Efektivní fond je určen podle charakteru pracoviště. Kapacitní teoretické využití pracovišť je v **tabulkách č.7. a č.8.** výslednou hodnotou. Hodnota skutečného využití je uvedena jako orientační. Tato veličina nabídne (při správném zvolení koeficientu překračování norem a součinitele časového využití stroje) přesnější kapacitní využití. Koeficienty jsou zvoleny subjektivně, i když objektivním posouzením tolerančních mezí z norem podniku SKV, tj. u koeficientu překračování norem. Hodnota součinitele časového využití stroje je čerpána z dostupné literatury – **[14][5]** – *Projektování výrobních systémů*. Proto při hodnocení kapacitního využití pracovišť vycházím z vypočtené teoretické hodnoty.

4.5 Vyhodnocení kapacitního využití pracovišť

Závěrečné hodnocení kapacitního vytížení technologických míst vychází ze sestavených **tabulek č.7. a č.8.** Při momentálním ročním objemu výroby (**tabulka 7.**) klesá využití některých pracovišť na velmi nízké hodnoty. Při plánování projektu se původně počítalo s vyšším objemem výroby.

Nízké využití pracoviště spodku A 025 je zapříčiněno technologickým postupem, který vyžaduje svařování rubu spodku. Na místě A 024 by bylo možné docílit provedení technologických kroků rubu spodku. To by znamenalo výraznou úsporu místa a využití pracoviště A 024 na 93%. Takového opatření je možné pouze v množství výrobních dávek 10 souprav za rok. Z **tabulky č.8.** je totiž zřejmé, že by jinak vytížení tohoto místa přesáhlo 100% a to velmi výrazně (111%). Vzhledem k náběhu většího objemu výroby je proto jeho zachování nutné.

Aretace HS je prováděna v přípravku viz *obrázek 12. (str. 41)*, který je sice vytížen pouze na 18%, přesto není možné provádět aretaci na jiném pracovišti. Na pracovištích výroby sekcí bočnic (malé i velké) A 031 a A 032 na první pohled zaujme v **tabulce č.7.** vyšší než 100% hodnota využití pracoviště ve dvou řádcích. Již v tabulce je ve sloupci "*Označení pracoviště*" naznačena výroba obou typů bočnic na dvou společných přípravcích. Oba stavy jsou nastavitelné pro velký i malý typ bočnice, proto je výroba spojena. Využití jednotlivých přípravků není 64% resp. 101% jak je uvedeno v tabulce, ale je nutné přepočíst využití jednoho z míst na jeho jednotkové využití pro výrobu sekce bočnice velké (překračujícího 100%). Využití pro

$$\text{výrobu jedné "sekce bočnice velké" je: } p_j = \frac{p_{steor}}{d_v} = \frac{101}{30} = \underline{\underline{3,37\%}} . \quad (10)$$

Jednotkové využití pracoviště je nutné převést na druhé n-krát, až hodnota prvního pracoviště klesne pod 100%. Vzhledem k nízké hodnotě je převedena 2x výroba sekce bočnice velké na první pracoviště. Využití může být např. A 031a (první místo) $p_{steora} = p_{steor} + (n \times p_j) = 64 + (2 \times 3,37) = \underline{70,74\%}$, (11)

využití A 031b (druhé místo) $p_{steorb} = p_{steor} - (n \times p_j) = 101 - (2 \times 3,37) = \underline{94,26\%}$. (12)

Tento výpočet je naprosto nezbytný, aby nedošlo díky vysokému využití pracoviště pro jeden komponent k překročení společného využitelného časového fondu.

Stejnou přepočtovou metodou vycházející ze vzorce (10) pro výpočet jednotkového využití příslušného komponentu lze dospět i k využití jednotlivých pracovních míst na A 032.

Procentuálním vyjádřením dostaneme např. A 032a $p_{steora} = 56,5\%$ ze vzorce (11) a pro druhé místo ze vzorce (12) A 032b $p_{steorb} = 94,5\%$ (kde jednotkové využití pracoviště je $p_j = 3,5\%$). Technologická místa nepřekračují své kapacitní možnosti.

Hodnota využití u pracoviště A 026 (139%) je relevantní vzhledem ke dvěma pracovním místům. Odděleně jsou tak jednotlivé přípravky využity např. na 69,5% každý, při uvážení velikosti dávky $d_v = 5$ a počtu výrobních dávek $p_d = 10$. Podobně i pracoviště A 021 je rozděleno na dvě pracovní plochy. Jednotlivé využití lze určit součtem celkových využití u jednotlivých vyráběných komponentů na těchto místech. Proto např. A 021a je využita na 65% (součet využití pro komponenty svařenec krajní a panel spodní) a plocha A 021b je zabrána využitím pro výrobu komponentu svařence středního tj. 79%. Pro pracoviště A 022 platí opět využitelnost dvou pracovních ploch. Velikost dávky $d_v = 10$ a počet výrobních dávek $p_d = 10$ nutí opět k použití postupu, vycházejícího ze vzorce (10). Určené $p_j = 13,8\%$ a využití technologického místa A 022a může být např. 82,8% ze vzorce (12) resp. ze vzorce (11) A 022b je 55,2%. Tím obě pracoviště nepřekročí své kapacitní možnosti. Časový fond stroje AXA na pracovišti A 003 je komponenty HS obsazen z 57 %. Reálné využití bude vyšší, protože frézka je využívána i pro jiné projekty. Nevyužití se týká výrobních ploch pro kompletaci čela A 040 (2%), A 042 (29%) a A 041 (19%). Zachování málo využitě odkladové plochy A 040 není zcela nezbytné, protože čela jsou ke kompletaci HS převážena v dávkách po pěti kusech. Místo je nicméně udržováno kvůli úspoře manipulace (tj. nezneužití časového fondu pracovníků a manipulačních zařízení pro každý kus samostatně). Zachování odkladové plochy je

proto žádoucí. Výrobní místa A 041 resp. A 042 není možné vzhledem k nutnosti ustavení čel do inverzní polohy pro svařování v daném přípravku spojit.

S ohledem na náběh většího objemu výroby, zohledněného **tabulkou 8.** dojde k vyššímu využití pracovišť, proto není nutné plánovat redukci výrobních míst.

Díky realizovanému a plánovanému souběhu výroby není možné přikročit ke snižování průběžných dob výroby pomocí optimalizace výrobních dávek. Pro umístění dalších přípravků není reálně možné najít volné plochy. Především vyčlenění odkladových ploch, zaručujících systém FIFO, není v procesu reálně vzhledem k velkým rozměrům jednotlivých komponentů.

Tabulka 7. - Kapacitní využití pracovišť

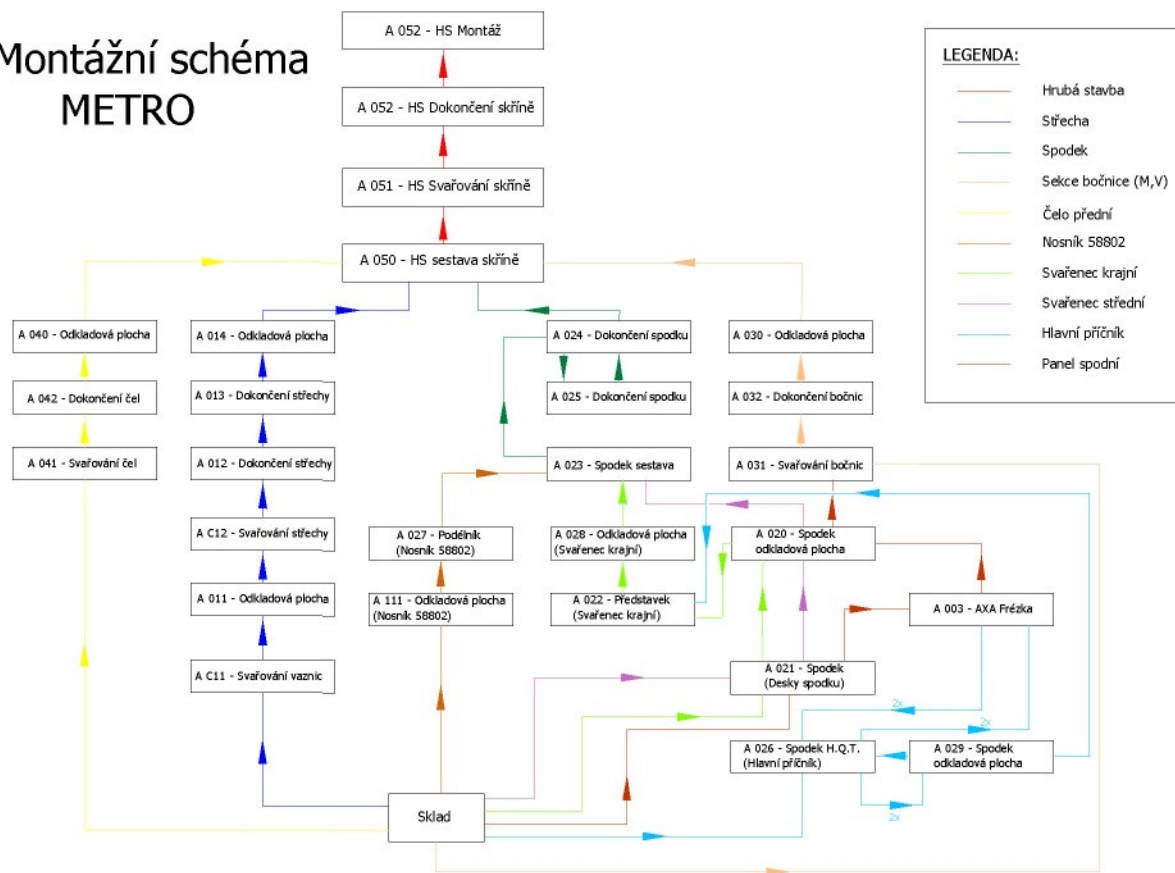
Komponent	Označení pracoviště	velikost dávky d_v [ks/dávku]	Počet výrobních dávek p_d	t_{bc} [Nh/dávku]	t_{ac} [Nh/ks]	T_{BC} [Nh/rok]	T_{AC} [Nh/rok]	Q [ks/rok]	Nároky na kapacity H_n [Nh/rok]	Efektivní fond [Nh/rok]	Kapacitní využití $p_{steor.}$	Kapacitní využití $p_{skut.}$
Hrubá stavba	A 050	5	10	0,67	6,42	6,7	321	50	327,7	1804	18%	15%
	A 051	5	10	0,94	23,37	9,4	1168,5	50	1177,9	1561	75%	66%
	A 052	5	10	1,15	19,15	11,5	957,5	50	969	1804	54%	46%
Spodek	A 023	5	10	0,53	13,10	5,3	655	50	660,3	1804	37%	31%
	A 024	5	10	1,91	28,11	19,1	1405,5	50	1424,6	1804	79%	67%
	A 025	5	10	0,45	4,81	4,5	240,5	50	245	1804	14%	12%
Střecha	A C11	5	10	2,19	14,32	21,9	716	50	737,9	1561	47%	41%
	A C12	5	10	3,04	24,63	30,4	1231,5	50	1261,9	1561	81%	71%
	A 012	5	10	0,76	10,47	7,6	523,5	50	531,1	1804	29%	25%
	A 013	5	10	0,87	17,87	8,7	893,5	50	902,2	1804	50%	43%
Čelo	A 041	8	10	0,69	4,25	6,9	340	80	346,9	1804	19%	16%
	A 042	8	10	0,76	6,35	7,6	508	80	515,6	1804	29%	24%
	A 040	8	10	0,35	0,48	3,5	38,4	80	41,9	1804	2%	2%
Sekce bočnice M	A 031	16	10	1,24	7,13	12,4	1140,8	160	1153,2	1804	64%	54%
Sekce bočnice V		30	10	0,80	6,02	8	1806	300	1814	1804	101%	86%
Sekce bočnice M	A 032	16	10	0,80	5,14	8	822,4	160	830,4	1804	46%	39%
Sekce bočnice V		30	10	1,24	6,26	12,4	1878	300	1890,4	1804	105%	89%
Nosník	A 027	10	10	0,41	9,25	4,1	925	100	929,1	1804	52%	44%
Hlavní příčník	A 026	10	10	4,95	24,54	49,5	2454	100	2503,5	1804	139%	118%
Hlavní příčník	A 029	10	10	1,71	1,25	17,1	125	100	142,1	1804	8%	7%
Hlavní příčník	A 003	10	10	7,82	7,16	78,2	716	100	794,2	1561	51%	45%
Panel spodní		10	10	3,15	0,57	31,5	57	100	88,5	1561	6%	5%
Panel spodní	A 020	10	10	0,16	0,32	1,6	32	100	33,6	1804	2%	2%
Svařenec střední		5	10	1,12	20,34	11,2	1017	50	1028,2	1804	57%	48%
Svařenec krajní		10	10	0,50	2,47	5	247	100	252	1804	14%	12%
Svařenec střední	A 021	5	10	2,99	24,04	29,9	1202	50	1231,9	1561	79%	69%
Svařenec krajní		10	10	3,26	7,25	32,6	725	100	757,6	1561	49%	43%
Panel spodní		10	10	2,30	2,23	23	223	100	246	1561	16%	14%
Svařenec krajní	A 022	10	10	3,05	24,51	30,5	2451	100	2481,5	1804	138%	117%

Tabulka 8. - Kapacitní využití pracovišť

Komponent	Označení pracoviště	velikost dávky d_v [ks/dávku]	Počet výrobních dávek p_d	t_{bc} [Nh/dávku]	t_{ac} [Nh/ks]	T_{BC} [Nh/rok]	T_{AC} [Nh/rok]	Q [ks/rok]	Nároky na kapacity H_n [Nh/rok]	Efektivní fond [Nh/rok]	Kapacitní využití $p_{steor.}$	Kapacitní využití $p_{skut.}$
Hrubá stavba	A 050	5	12	0,67	6,42	8,04	385,2	60	393,24	1804	22%	19%
	A 051	5	12	0,94	23,37	11,28	1402,2	60	1413,48	1561	91%	79%
	A 052	5	12	1,15	19,15	13,8	1149	60	1162,8	1804	64%	55%
Spodek	A 023	5	12	0,53	13,10	6,36	786	60	792,36	1804	44%	37%
	A 024	5	12	1,91	28,11	22,92	1686,6	60	1709,52	1804	95%	81%
	A 025	5	12	0,45	4,81	5,4	288,6	60	294	1804	16%	14%
Střecha	A C11	5	12	2,19	14,32	26,28	859,2	60	885,48	1561	57%	50%
	A C12	5	12	3,04	24,63	36,48	1477,8	60	1514,28	1561	97%	85%
	A 012	5	12	0,76	10,47	9,12	628,2	60	637,32	1804	35%	30%
	A 013	5	12	0,87	17,87	10,44	1072,2	60	1082,64	1804	60%	51%
Čelo	A 041	8	12	0,69	4,25	8,28	408	96	416,28	1804	23%	20%
	A 042	8	12	0,76	6,35	9,12	609,6	96	618,72	1804	34%	29%
	A 040	8	12	0,35	0,48	4,2	46,08	96	50,28	1804	3%	2%
Sekce bočnice M	A 031	16	12	1,24	7,13	14,88	1368,96	192	1383,84	1804	77%	65%
Sekce bočnice V		30	12	0,80	6,02	9,6	2167,2	360	2176,8	1804	121%	103%
Sekce bočnice M	A 032	16	12	0,80	5,14	9,6	986,88	192	996,48	1804	55%	47%
Sekce bočnice V		30	12	1,24	6,26	14,88	2253,6	360	2268,48	1804	126%	107%
Nosník	A 027	10	12	0,41	9,25	4,92	1110	120	1114,92	1804	62%	53%
Hlavní příčník	A 026	10	12	4,95	24,54	59,4	2944,8	120	3004,2	1804	167%	142%
Hlavní příčník	A 029	10	12	1,71	1,25	20,52	150	120	170,52	1804	9%	8%
Hlavní příčník	A 003	10	12	7,82	7,16	93,84	859,2	120	953,04	1561	61%	54%
Panel spodní		10	12	3,15	0,57	37,8	68,4	120	106,2	1561	7%	6%
Panel spodní	A 020	10	12	0,16	0,32	1,92	38,4	120	40,32	1804	2%	2%
Svařenec střední		5	12	1,12	20,34	13,44	1220,4	60	1233,84	1804	68%	58%
Svařenec krajní		10	12	0,50	2,47	6	296,4	120	302,4	1804	17%	14%
Svařenec střední	A 021	5	12	2,99	24,04	35,88	1442,4	60	1478,28	1561	95%	83%
Svařenec krajní		10	12	3,26	7,25	39,12	870	120	909,12	1561	58%	51%
Panel spodní		10	12	2,30	2,23	27,6	267,6	120	295,2	1561	19%	17%
Svařenec krajní	A 022	10	12	3,05	24,51	36,6	2451	120	2977,8	1804	165%	140%

Obrázek 15. - Montážní schéma

Montážní schéma METRO



5. Analýza materiálových toků při výrobě vozů Metro

5.1 Obecné požadavky projektování materiálových toků

Stejně jako pro zásady manipulace s materiálem platí i pro projektování materiálových toků totožné primární požadavky. V procesu je třeba nalézt nejkratší možné dopravní cesty. Přímé a bez překážek nebo zbytečného křížení a zpětných pohybů. Vyloučit zbytečné manipulace s materiálem, a tím zmenšit objem manipulačních výkonů v celém výrobním procesu. Pomocí sladění objemu převáženého materiálu do technologických zařízení je možné dosáhnout nutné maximální plynulosti toků. Kontinuitu procesů lze zajistit odstraněním zbytečných prostojů materiálu v meziskladech nebo při mezioperacích. Důležitá je nepřetržitost a rytmičnost postupu materiálu v souladu s nastaveným výrobním taktem. Jedná se v podstatě o sladění výkonu manipulačních a technologických zařízení. Nastavení ergonomických parametrů pro odstranění nadbytečného posunování i zbytečné fyzické námahy vytvoří potřebné pracovní podmínky. Zajistí tím i bezpečnost práce. Zvýšením mechanizace posunových operací je možné dosáhnout zvýšení produktivity práce.

Při racionalizaci materiálových toků má významnou úlohu informační tok. Každý pohyb materiálu musí být předcházen, doprovázen a následován relevantním pohybem informací [5].

5.2 Postup při projektování materiálových toků

Pro projektování materiálových toků je nejprve nutné určit druh přepravovaného materiálu **P** a jeho charakteristiku. Druh přepravovaného materiálu můžeme určit podle jeho skupenství. Přeneseně též jako materiál kusový, sypký nebo kapalný. Takovéto rozdělení může být dostačující, přesto je někdy nutná podrobnější charakteristika materiálu.

[4]

Kusový materiál můžeme popsat následujícími parametry:

- Rozměrovými (délka, výška, šířka)
- Tvarovými (tyče, desky, hranoly, koule, nepravidelné tvary)

- Hmotnostními (jednotková hmotnost, objemová hmotnost, poloha těžiště)
- Mechanickými (tlaková odolnost, křehkost, pružnost)
- Kvalitativními (hořlavost, výbušnost, agresivita, vliv na prostředí)

[11] [5]

Následujícím krokem projektování materiálových toků je určení množství Q materiálu určeného k přepravě. Protože se materiál vyskytuje během výroby v různých množstvích, které se mohou významně lišit a ovlivnit tak sériovost i opakovatelnost výroby, je výhodné sestavit P–Q diagram.

P–Q diagram znázorňuje kvantitativní zastoupení jednotlivých skupin v celkovém objemu výroby pro daný časový úsek a slouží pro určení vhodného způsobu rozboru materiálových toků. Pro sestavení a přehlednost P–Q diagramu je vhodnější volit absolutní vyjádření hodnot oproti jejich procentuální formulaci.

Existují dva základní typy "*hloubkových křivek*" v diagramu [5].

Křivka "hluboká" – takováto křivka je vhodná svým charakterem pro rozdělení do více partikulárních úseků. Ukazuje totiž, že existují značné rozdíly ve vyráběném množství mezi jednotlivými komponenty.

[5]

Křivka "mělká" – je naopak charakteristická minimálními rozdíly ve vyráběném množství i ve všech určujících faktorech pro technologické projektování. Je tedy vhodné použít jednotného systému manipulace a společného systému řešení skupiny v P–Q diagramu. Při zpracování projektování je možné postupovat jednotně po stránce metodické i obsahové.

[5]

Místa, kam se bude schématicky podle posloupnosti výroby materiál rozmísťovat, určují reprodukční proces R – technologie. Materiál je nutné přenášet a rozmísťovat podle aktuálních a stanovených potřeb výroby v reálném čase T – termíny, čas. Základem je stanovit dobu trvání manipulačních prací i četnost těchto operací. Pokrytí manipulačních operací je zajištěno pomocí manipulačních zařízení obstarávajících služby – S . Náklady – N na přemísťování materiálu při zakoupení vhodnějších nebo nových zařízení, případně náklady na provoz při jednotlivých manipulačních operacích mohou být jedním z požadavků projektování materiálových toků.

[14]

5.3 Projektování materiálových toků pro HS

Analýza materiálového toku se odvíjí podle naznačených **šesti základních kritérií**.

P – Q – R – S – T – N

Přepravovaným materiálem je materiál pevný kusový. Parametry a vlastnosti přepravovaných kusů jsou podrobně určeny v předcházejících kapitolách následovně:

Hmotnostní parametry – přehledně uspořádány v **tabulce č.3.** - *Parametry komponentů, podsestav a hrubé stavby vozů METRO*

Rozměrové parametry – stejně jako hmotnostní v **tabulce č.3.** - *Parametry komponentů, podsestav a hrubé stavby vozů METRO*

Tvarové parametry – dlouhé hliníkové profily – podrobněji **kap.2** – *Rozbor technologie výroby*

Ostatní charakteristiky nejsou pro manipulaci s popsáním materiálem relevantní.

P - (produkt); jednotlivé skupiny výrobků se stanou představiteli určujícími dopravované komponenty. Podle *obrázku 9. (str. 33)* je možné určit skupiny pro sestavení P-Q diagramu:

HS – Hrubá Stavba

STR – Střecha

SPO – Spodek

ČM – ČeloMezivozové

SBV – Sekce Bočnice Velká

SBM – Sekce Bočnice Malá

HP – Hlavní Příčník

PS – Panel Spodní

NO – Nosník

SVK – Svařenec Krajní

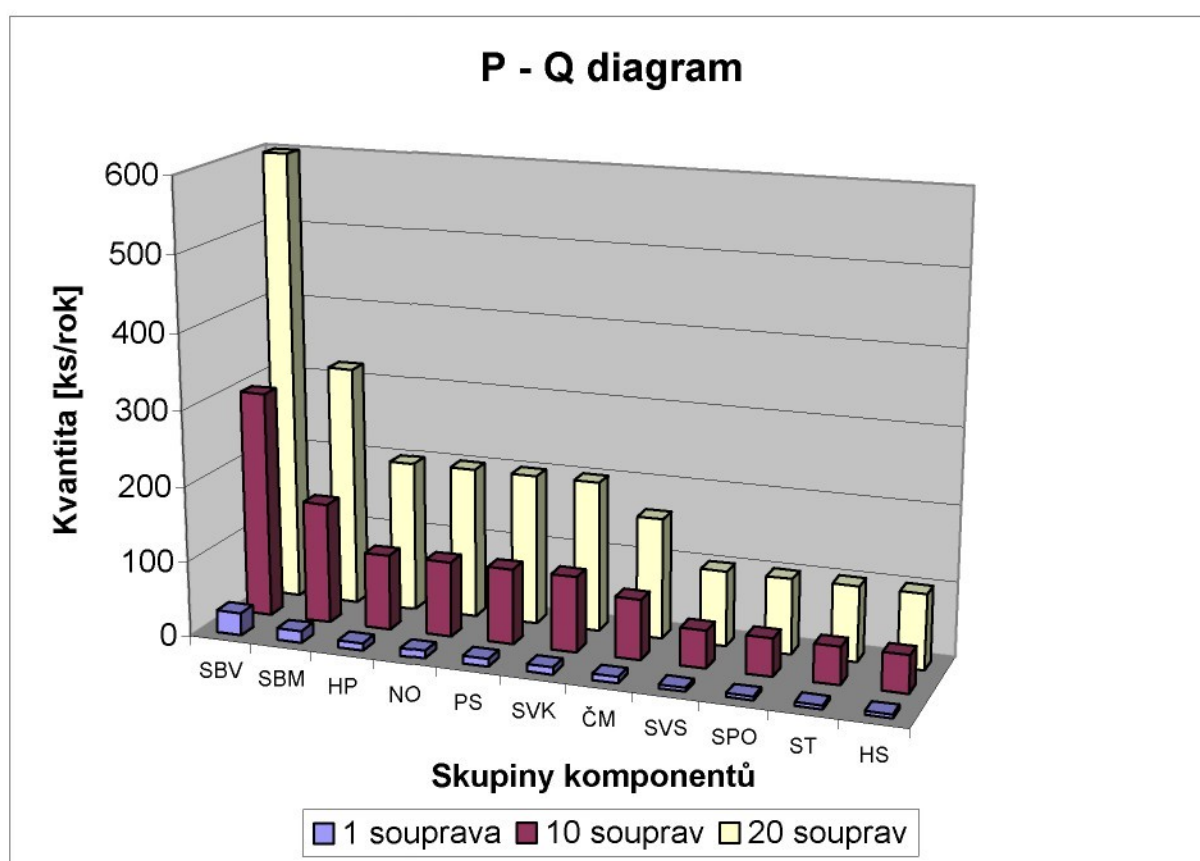
SVS – Svařenec Střední

Q - (kvantita); množství výše určených představitelů je s ohledem na náběh většího objemu výroby určeno ve dvou samostatných diagramech. Jejím veličinovým vyjádřením je:

$$Q = \left[\frac{\text{množství výroby jednotlivých představitelů}}{\text{rok}} \right] \quad (13)$$

Potřebné množství jednotlivých představitelů pro 1. rok = 10 vlaků a pro případné maximální vytížení produkce při náběhu technologicky i výrobně podobných projektů (Maracaibo) 20 vlaků je podrobně uvedeno v **tabulce č.6** (str. 48.). Pro rozbor sériovosti výroby slouží P–Q diagram znázorňující kvantitativní zastoupení jednotlivých skupin v celkovém objemu výroby pro daný časový úsek.

Pro rozbor sériovosti výroby v podniku Siemens SKV je P–Q diagram vhodnou metodou.

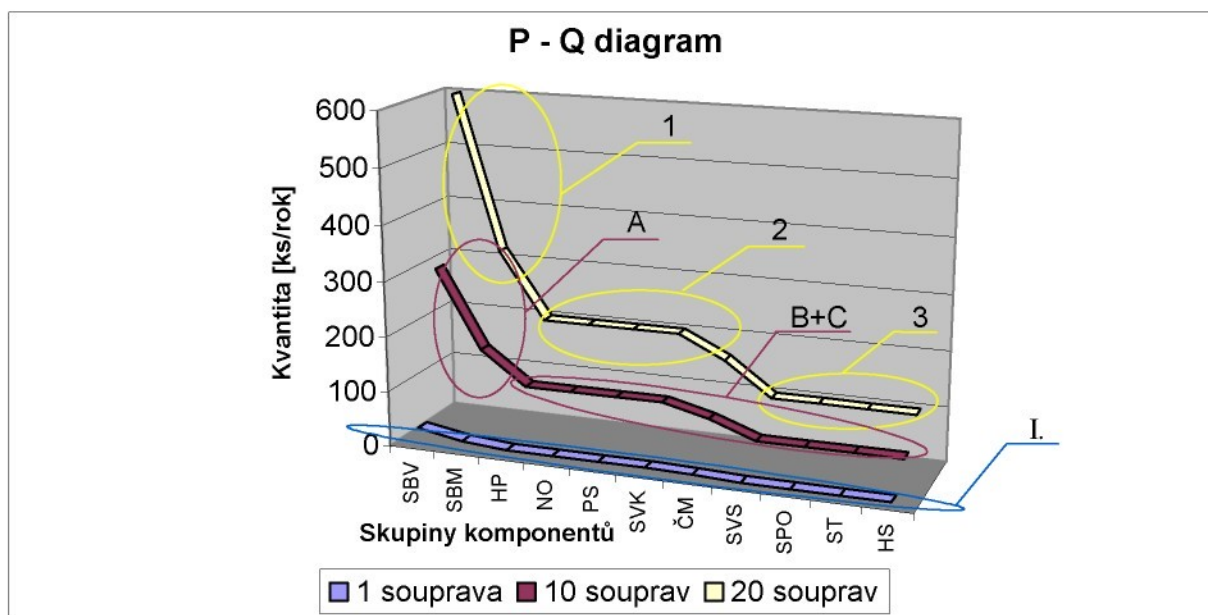


Obrázek. 16.

Znázornění reálných “hloubkových křivek” v grafu obrázku 17. napoví, na které představitele výroby je důležité se zaměřit především a jaký vhodný způsob rozboru je nejvhodnější. Pro srovnání je do grafu vynesena i četnost komponentů pro jednu soupravu, která je zároveň výrobní dávkou produkovanou v určeném taktu produkce. Je z ní patrné, že “hloubková křivka” je mělká a ve výrobě jsou jen malé rozdíly v kvantitě jednotlivých komponentů. Můžeme celý souhrn částí uzavřít do jednotné skupiny, v grafu označené I.

Pro jeden rok výroby bylo nutné splnit odvolávky k zákazníkovi v celkovém počtu 10 vlaků.

Při takovémto rozložení se již v diagramu P–Q oddělují jednotlivé skupiny podle četnosti vyráběných dílů. Skupiny **B** a **C** jsou si svojí průměrnou četností natolik podobné, že by bylo možné spojit je i do jediné skupiny, přestože jsou kvantitativní množství téměř dvojnásobná.



Obrázek 17.

Jako samostatná skupina se při výrobě 10 souprav mírně odděluje kategorie **A**, která obsahuje komponenty SBV a SBM, jejichž početní množství začíná přesahovat průměrnou hodnotu seskupení **B** a **C**. Křivka přesto není ještě hluboká natolik, aby se dala charakterizovat popisem: “značné rozdíly ve vyráběném množství”. Stále svým typem spadá pod tzv. “mělkou křivku”, a to především díky řádově shodnému vyráběnému množství dílů. Nejvhodnější metodou pro zpracování základní koncepce technologického projektu je metoda vycházející z vytvoření šachovnicových tabulek viz **tabulky č.10.** a **č.11.** sloužící pro schématické znázornění toku a vztahů navazujících pracovišť.

Ta se však již neuplatní pro poslední křivku v P – Q diagramu, znázorňující množství jednotlivých představitelů pro roční produkci 20 souprav vozů. V ní se jasně oddělují kvantitativní skupiny komponentů podle jejich podílu na zkompletování 100 vozů.

Do nejnižší 3. třídy by bylo možné aplikovat metodu šachovnicových tabulek. Obě seskupení 2 a 3 by za určitých okolností bylo možné stále zpracovat společnou metodou. Počet kusů ve skupině představitelů 1 je již několikanásobně vyšší, přesto při kusové výrobě řádově nepřekračuje hodnoty zbývajících skupin. Pokud by neplánovaně došlo k navýšení výroby, bylo by nezbytně nutné zaměřit se na skupinu 1 a detailněji problematiku rozebrat vhodně zvolenou metodou. Například sestavením schématu typových výrobních sledů pro komponenty spadající do této kritériální skupiny. Podrobnější rozbor bych doporučoval i pro náběh typově shodných výrobků, které svou stavbou kopírují stávající výrobu a množstvím výroby převyšují vozy Metro a Desiro. Jedná např. o vozy Maracaibo, jejichž výroba je plánována. Protože se však žádné neplánované zvýšení produkce u vozů Metro a Desiro nechystá, není nutné tuto metodu v této fázi podrobněji rozebírat.

5.4 Pohyb materiálu v podniku Siemens SKV

- R** - (technologie); reprodukční proces rozmísťování materiálu. Převádění materiálu na jednotlivá pracoviště je možné určit podle montážního schématu viz *obrázek 15. (str. 56.)*. Detailně podle technologických kroků v tabulkách **kapitoly 4.3** určujících i manipulační operace na pracovišti. Použití manipulačních zařízení na pracovištích jsou kompletována v tabulkách využití manipulačních zařízení **příloha č.6**.

5.4.1 Vstup materiálu

Na výkresu v **příloze č.1. - Zastavovací situace** jsou naznačeny možnosti přepravních cest do areálu podniku. První možností je doprava materiálu po příjezdové komunikaci. Ta je situována jižním směrem, dole, pod budovou 020 - vrátnice. Kamiony přivážející vstupující materiál mohou dojet až k budově 001/1, 001/22 - výrobní hale. Zde je prováděna vykládka zboží na rampách. Ty jsou vybaveny jeřábem s celkovou nosností 5 tun. Využívá se též druhé možnosti dopravy materiálu do podniku, byť ne v takovém množství. Železniční tratě jsou systémem

výhybek dovedeny až k místu 086, kde jsou materiály po jižní přesuvně dopraveny až do skladů a složeny manipulačními zařízeními (jeřáby, vozíky) viz **kapitola 6**.

5.4.2 Pohyb materiálu hliníkových komponentů HS

Stávající mezioperační materiálový tok znázorněný na *obrázku č.19. - původní stav - materiálový tok* je situován podle předmětného uspořádání pracovišť do výrobních lodí VÚ38 a VÚ46. Dispoziční řešení není optimální z hlediska délky mezioperačních manipulačních cest. Komponenty svařované v lodi výroby VÚ46 jsou pomocí manipulačních vozíků převáženy ke svým výstupním pracovištím podle znázorněných cest. Uličky pro převážení materiálů jsou dosti široké, aby materiál mohl být převezen na určená pracoviště. K umisťování komponentů do přípravků na jednotlivých pracovištích je využíváno kombinovaných způsobů manipulace.

Zakládání dílů pro svařování menších komponentů je prováděno ručně. Zde se jedná především o díly k sestavení mezivozových čel nebo bočnic. Ostatní díly jsou zakládány do přípravků pomocí jeřábů náležejících k dané lodi výroby.

Svařování komponentů z obou stran vyžaduje otočení částí přímo přípravkem (bočnice, hlavní příčník), kde je využito speciálně konstruovaných přípravků, které umožňují otočení dílu bez nutnosti jeho manipulace přímo na pracovišti. Konstrukce ostatních přípravků neumožňuje toto urychlení a zjednodušení práce. Náhradou je použití speciálních otáčecích strojů *Rotomax*, které jsou schopny otočit díl o 180° ve vzduchu a umístit jej zpět do přípravku. Dostatečná výška haly umožňuje jednoduchou manipulaci přímými dopravními cestami bez zbytečných překážek.

5.5 Intenzita původních materiálových toků

Intenzita materiálových toků podle jednoduchého klíče odkud – kam je znázorněna v šachovnicové tabulce intenzity původních materiálových toků viz **tabulka č.10.**, tedy podle metody vybrané pro řešení projektu materiálových toků v **kapitole 5.3**. Sloupce tabulek tvoří jednotlivá pracoviště, mezi kterými dochází k mezioperační manipulaci. V buňce náležející odpovídajícímu řádku je uvedeno pracoviště výchozí - odkud. Příslušný sloupce obsahuje místo příchozí - kam.

Tabulka 10. – Původní stav – Intenzita materiálového toku

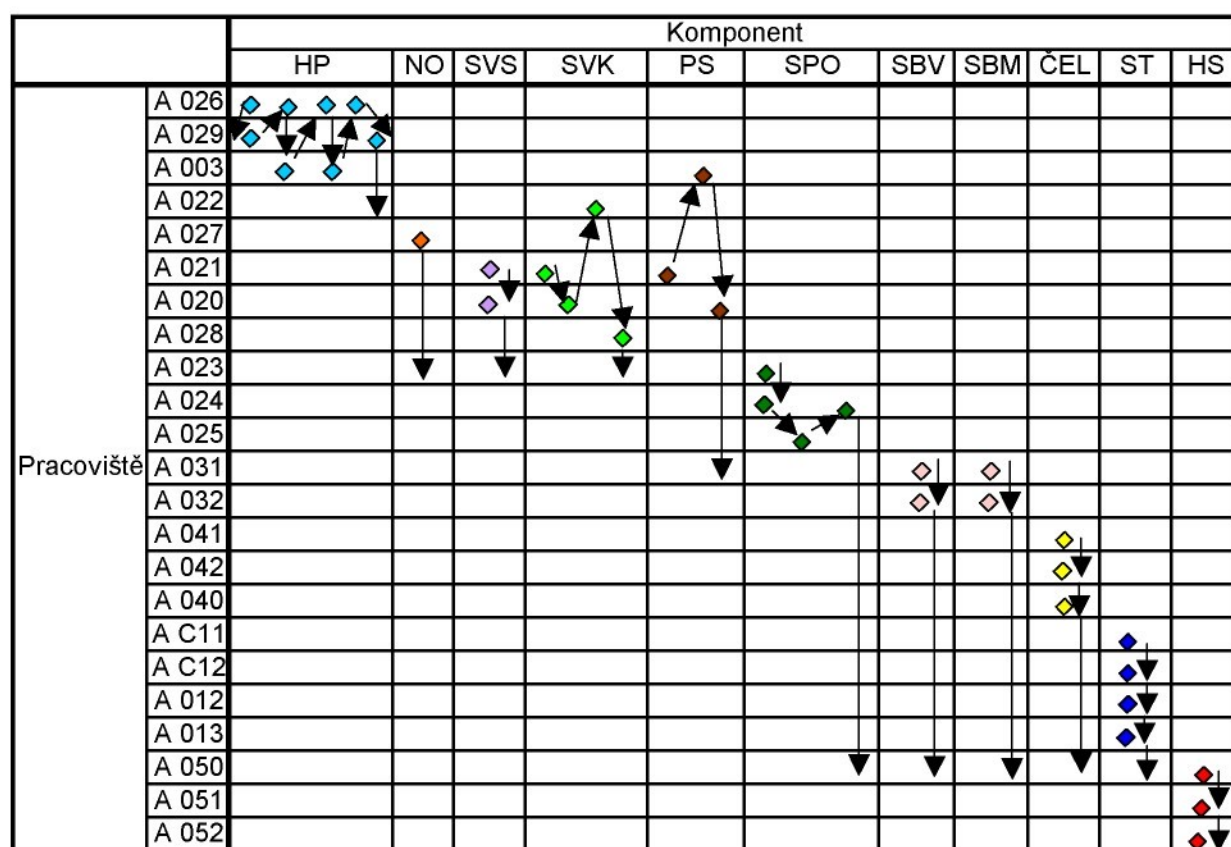
Viz šachovnicové_tabulky – List: Původní stav

D:\Šachovnicové_tabulky.xls

V tabulce je pak nejprve uvedeno, o který komponent se jedná a v jakém kumulativním množství bude převážen v průběhu jednoho roku. Další informací v buňce je objem materiálu v [tun/rok] vztažený k délce cesty, kterou musí vykonat mezi příslušnými pracovišti. Vzdálenosti mezi nimi jsem přímo změřil ve výrobě, a jedná se proto o přesné praktické manipulační cesty.

5.5.1 Rozbor průběhu výroby

K podrobnějšímu posouzení materiálového toku je zde sestaveno schéma plánovaného průběhu výroby, který je další metodou použitelnou pro projektování materiálových toků. Jejím cílem je zjištění sledu a uspořádání operací ve výrobě.



Tabulka 9. - Schéma průběhu výroby

Ze schématu průběhu výroby je zřejmá složitost materiálového toku výroby u komponentu **hlavní příčník**. Je nutné tok tohoto dílu HS rozebrat detailněji.

Pokud by bylo možné změnit sled technologických operací, bylo by dobré sloučit kroky prováděné na jednom pracovišti. Jednalo by se o pracoviště A 003

frézka AXA a o pracoviště A 026, kde by bylo vhodné sloučit hned tři postupné kroky do jediného. Protože však v tomto případě není možné měnit technologii výroby, nezbude než se zaměřit na optimalizaci materiálového toku.

Vzhledem k vysoké opakovatelnosti využití pracovišť A 026 – A 029 – A 003 bude vhodné umístit je co nejbližší takovým způsobem, aby posun materiálu byl plynulý, jednoznačný a minimalizovaný. Řešení tohoto problému se nabízí. Frézka AXA pracoviště A 003 je napevno umístěna ve výrobní hale VÚ46. Není ekonomicky, časově ani jinak výhodné její případné přemísťování. Proti tomu přesunutí technologických míst A 026 a A 029 není náročné. Zvolil jsem v tomto ukázkovém případě přesun uvedených pracovišť tak, aby předmětným uspořádáním vyhovovala průběhu výroby a zároveň optimalizovala materiálový tok. Úspora manipulací pro komponent HP je, i přes prodloužení jedné z manipulačních cest, celkově 36,80 [tun/rok], při uspoření manipulací na dráze 2 x 192 [m].

5.6 Rozbor aktuálního uspořádání výroby

Celá výrobní hala společnosti Siemens SKV zabírá plochu o celkové rozloze 315 x 300 m. Kompozičně je rozdělena na sedm hlavních výrobních hal a zbývající prostor zaujímají menší výrobní prostory tzv. malé boční lodě, kterých je sedmnáct. Komponenty HS jsou vyráběny ve dvou výrobních lodích, VÚ38 a VÚ46.

Parametry VÚ38

163 m

36 m

11 m

DÉLKA

ŠÍŘKA

VÝŠKA

Parametry VÚ46

163 m

15 m

11 m

[13]

V prostoru VÚ38, který je označován jako hlavní loď výroby, jsou kompletovány HS. V hale je umístěno několik souběžných projektů. Sestavování jejich hrubých staveb vyžaduje dostatečně dimenzovaná manipulační zařízení, protože zde dochází k manipulaci s hmotnostně těžšími i rozměrově většími díly, které jsou náročnější na manipulaci. Jedná se o díly střechy, spodku a nosníku hrubých staveb. Ty jsou zde automaticky nebo ručně svařovány i obráběny. Celá hala je věcně uspořádána podle výrobních požadavků a podle posloupnosti operací.

Umístění strojů ve výrobě má podstatu v nutnosti opakovatelnosti výroby, technologickém zpracování výroby, sériovosti a náročnosti výroby.

Menší díly výroby proto nejsou vyráběny ve stejné lodi výroby, ale jsou odděleny. Pro jejich výrobu slouží vedlejší loď výroby VÚ46, ve které jsou pracoviště také uspořádána předmětně podle výrobních požadavků. Jde o díly bočnic, části spodku a mezivozová čela. Tato technologická místa jsou logisticky nevhodně provázána se svými výstupními pracovišti. Materiálový tok (dopravní cesty) jsou neúměrně dlouhé.

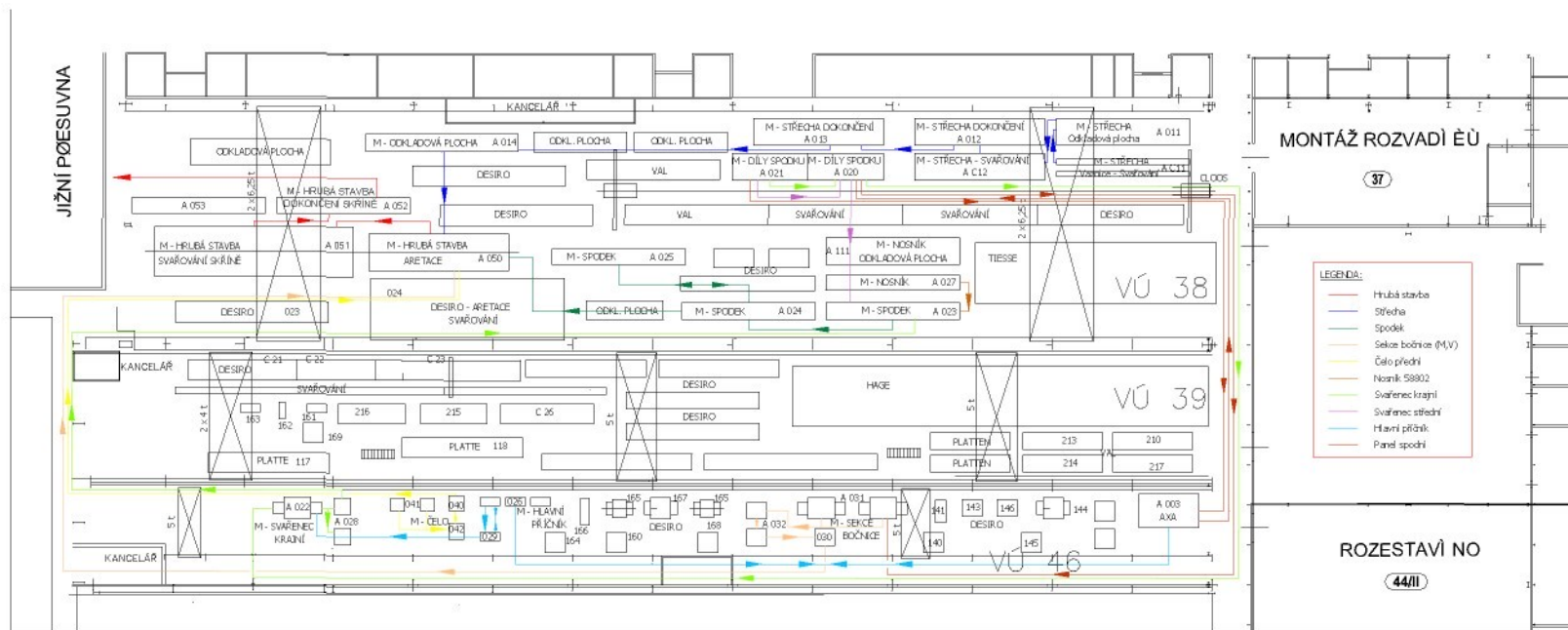
Původní stav - Layout – rozmístění výroby je v *obrázku č.18.* a stávající průběh materiálových toků v *obrázku č.19.* Intenzita původních materiálových toků je zastoupena sestavenou šachovnicovou tabulkou viz **tabulka č.10.**

Zavádění nové výroby vozů Desiro, náběh výroby vozů Maracaibo a optimalizace materiálových toků jsou hlavními důvody pro nové uspořádání výroby. Pro náběh výroby vozů Desiro je nutné uvolnit část výrobní lodi VÚ46 a současně je nutné najít vhodnější umístění pro díly vozů Metra. Reorganizace je nutná i v hlavní výrobní lodi ze stejných důvodů. Je tedy žádoucí vybrat takové prostory, které vyhovují plošným nárokům výroby při zachování nutného pracovního prostoru jednotlivých pracovišť. Rozměrové dispozice a plochy pracovišť jsou uvedeny v **příloze č.7.**

[illegible]

Obrázek 19. Původní stav – Materiálový tok

METRO - PŮVODNÍ STAV - MATERIÁLOVÝ TOK



5.7 Optimalizace dispozičního řešení

Důvody k optimalizaci stávajícího rozložení pracovišť existují především díky náběhu výroby vozů Desiro. Pro tuto výrobu je zapotřebí uvolnit vyhovující prostory pro sestavování HS a pro výrobu jejich jednotlivých komponentů. Při této nutnosti je vhodné uvažovat i o optimalizaci procesu vzhledem k materiálovým tokům výroby HS vozů Metro.

Projektový návrh je koncipován v souladu se základními kritérii projektování manipulace s materiálem. Taiichi Ohno ve svém výčtu možných bodů plýtvání jako jeden z nich stanovil zbytečnou přepravu materiálu. Minimalizace přepravních cest je proto jedním z hlavních bodů návrhu optimalizace. Celý projekt přihlíží i k ostatním druhům plýtvání, které omezuje a redukuje.

5.7.1 Návrh optimalizace dispozičního řešení

Následující popis optimalizace je doprovázen *obrázkem č.20. (str. 72)* a *obrázkem č.21. (str. 73)*. Uvolněním vedlejší výrobní lodi VÚ46 se umožní umístění přípravků pro výrobu dílů vozů Desiro do tohoto prostoru. K umístění stávající produkce HS Metra poslouží prostor 37 viz **příloha č.2.**, původně určený k montáži rozvaděčů, která paralelně ukončila svoji činnost a plocha je nyní vyčištěna. Do této lodi by nebylo vhodné umístit náběhovou výrobu vozů Desiro vzhledem k větším dispozičním nárokům.

Přesunutí pracovišť Metra se týká výroby menších komponentů, proto i manipulace s jednotlivými přípravky není složitá časově ani co se týká nákladů. Jde o technologická místa pro výrobu sekcí bočnic A 030, A 031 a A 032. Týká se výroby svařence krajního na prostranstvích A 022 a A 028. Zahrnuje sestavování čela A 040, A 041 a A 042. Svými prostorovými požadavky prostor 37 bezpečně pojme všechna pracoviště i s jejich samostatnými pracovními nároky viz **příloha č.7.**

Parametry prostoru VÚ37 jsou:	délka –	41 [m]
	šířka –	19 [m]
	výška –	11 [m]

Vchod do haly zajišťují vrata o šířce 5 m a výšce 4,5 m. Tím je zaručena průchodnost dílů při manipulaci na popsanych manipulačních zařízeních. Díky jeřábu v této části výroby (výrobce - firma SD Prosetín) je zajištěna manipulace pro vkládání dílů na pracoviště resp. vyjmutí a odložení hotových komponentů.

Parametry jeřábu ve vedlejší lodi VÚ37 jsou:

- nosnost 5 [t]
- rozpětí 17,6 [m]
- výška zdvihu 6,48 [m]
- příkon motoru - zdvihu 13,2 [kW] - pojezdu jeřábu 2,5 [kW] - kočky 2 [kW]
- pracovní rychlosti - zdvihu 12 [m/min] - pojezdu jeřábu 20 [m/min]
- kočky 12 [m/min]

Jeřáb vyhovuje manipulačním nárokům procesu výroby.

Díky vytvoření schématu průběhu výroby (**tabulka č.9.**) se podařilo určit a dokázat složitost materiálového toku výroby u komponentu HP. Původně se uvažovalo o přesunutí výroby tohoto dílu také do lodi VÚ37, kam by nebylo problém jej s ohledem na kapacitní možnosti umístit. Výkres původních materiálových toků *obrázek č.19. (str. 69)* dokládá dalekou manipulaci s tímto komponentem po stejné trase několikanásobně. Jeho přesunutím do VÚ37 by manipulace neodpadla, naopak byla by složitější díky nutnosti několikanásobného použití manipulačních vozíků místo jeřábu. Není-li možné sloučit technologické kroky na různých pracovištích, je alespoň výhodné přesunutí pracovišť komponentu HP blíže k frézce AXA - A 003, kterou by vzhledem k nákladům a obtížnosti manipulace nebylo výhodné přemísťovat.

V lodi VÚ38 je přesouváno pracoviště spodku A 023, A 024 a A 025. To má důvody v náběhu výroby vozů Desiro, kterému je nutné uvolnit prostor před aretací HS pro sestavování těžkého dílu spodku. Tím bude zajištěna i plynulost toku výroby Desira. Současná výhoda přemístění je v lepší návaznosti produkce vzhledem k přesunutí výroby některých komponentů do lodi VÚ37. Jednoznačnost toku je neporušena a manipulace se spodkem bude výhodnější vzhledem k ustavení dílu do aretačního přípravku HS. V neposlední řadě je nyní na výkresu optimalizovaného stavu rozložení pracovišť viz *obrázek č.20.* výborně vidět zlepšená orientace ve výrobě z hlediska výrobních projektů, kdy projekt Metra je přesunut do západní části haly VÚ38.

[illegible]

5.7.2 Intenzita optimalizovaných materiálových toků

Tabulka č.11. je výstupem k projektování optimalizace materiálových toků. Systémem odkud – kam je znázorněna intenzita MT. Je-li v dané cestě dosažena úspora, pak je buňka zvýrazněna červeně a celková úspora manipulace pro dané pracoviště (sloupec) je zobrazena v posledním řádku tabulky s příslušným znaménkem úspory.

5.8 Hodnocení optimalizace materiálové manipulace

Přesunutím komponentů HS Metra do výrobní lodi VÚ37 se uvolnila téměř celá loď VÚ46 pro produkci částí Desira. Nové dispoziční řešení má obrovskou výhodu díky úspoře pracovní plochy z původně zabraných 1056 m² na nyníjších 911m². Výrobní místo je jednou z nejdražších položek ve výrobě vůbec. Volná pracovní plocha 145m², je proto výrazným přínosem tohoto řešení.

Z tabulky č.11. je patrná výrazná úspora manipulace. U pracoviště A 022 tvoří snížení u dílu SVK– 46,10 [t/rok]/186 [m]. Na technologickém místě A 023 úspora: SVK – 46,10 [t/rok] / 108 [m]; SVS – 42,3 [t/rok] / 6 [m].

Ušetření plochy sice není při přemístění pracovišť spodku A 024 a A 025 výrazné, zde ale hraje důležitou roli uvolnění prostoru pro výrobu Desira. Z dalších výhod bych ještě rád vyzdvihl celkové minimalizování manipulace pro přemísťování dílů k aretaci HS (sloupec A 050). Zde dochází ke značnému zlepšení u všech přemísťených, vstupujících dílů:

SPO – 126,8 [t/rok] / 36 [m]; SBV – 36,75 [t/rok] / 162 [m];

SBM – 12,24 [t/rok] / 162 [m]; ČEL – 6,72 [t/rok] / 162 [m];

Jediné prodloužení manipulace (**tab č.11.** - sloupec A 022 - fialově) je vyváženo markantním zkrácením manipulace komponentu HP na předchozích pracovištích, jak detailněji popisují v **kapitole 5.5.1.**

Tabulka 11. Intenzity materiálových toků – Optimalizovaný stav

Viz šachovnicové_tabulky – List: Optimalizovaný stav

D:\Šachovnicové_tabulky.xls

5.9 Náklady na navrhovaná řešení

N - (náklady); ekonomické hledisko navrhovaných řešení

Přesun pracovišť s sebou nese nutnost využití manipulační techniky (jeřábů a manipulačních vozíků). Váže na sebe průměrně 3 manipulanty. Celý přesun výroby bude trvat maximálně 3 dny. Přibližné náklady jsou níže podrobněji rozepsány:

Přímá mzda	66,8 [Kč / hod]
Sociální a zdravotní pojištění	23,4 [Kč / hod]
Výrobní režie	417,2 [Kč / hod]
Hodinová sazba	507,5 [Kč / hod]

Přibližné výsledné náklady navrhovaného řešení vypočtu ze vzorce:

$$N = p \cdot h \cdot s \cdot m = 507,5 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 3 = \underline{\underline{36540 \text{ [Kč]}}} ; \text{ kde:}$$

- N** - celkové přibližné náklady
- p** - hodinová sazba podniku SKV
- h** - počet hodin ve směně
- s** - počet dní
- m** - počet manipulantů

Náklady na navrhovaná řešení jsou minimální.

6. Prověrka časového využití a kapacitních možností manipulačních zařízení (jeřábů)

S - (služby) manipulační operace obstarávají technologická zařízení

6.1 Popis manipulačních zařízení

Ve výrobě se používá kombinovaných způsobů dopravy. Manipulační zařízení jsou koncipována podle rozměrů a hmotnostních parametrů převážených komponentů. V hlavních lodích výroby jsou umístěny mostové jeřáby, které jsou vhodné pro rozmisťování těžších dílů nebo dílů rozměrově větších. Dálkové ovládání jeřábů umožňuje lepší manipulaci a zajišťuje větší bezpečnost práce. Obsluze je tak umožněno pohybovat se podle potřeby paralelně s manipulovaným dílem.

Automatická kontrola jeřábu zajišťuje bezpečný provoz. Mostové jeřáby pokrývají svým pracovním prostorem v podstatě většinu výrobní plochy hal, ve kterých jsou umístěny. Manipulace s nimi je snadná. Díky vyzvednutí součástí nad pracovní prostor výroby jsou manipulační cesty přímé, bez překážek. Jeřáby jsou označovány jako manipulační zařízení zdvihací, na které klademe tyto požadavky:

- velký dopravní výkon současně s malou vlastní hmotností
- jednoduchá obsluha
- spolehlivý a bezpečný provoz
- přizpůsobitelnost z hlediska optimalizace a celkové mechanizace toku materiálu

[11] [12]

V hale VÚ38 operují dva mostové jeřáby *Kran VÚ38* s těmito parametry:

- nosnost 2 x 6,25 [t]
- rozpětí 33,6 [m]
- výška zdvihu 7,15 [m]
- příkon motoru - zdvihu 13,2 [kW] - pojezdu jeřábu 5 [kW] - kočky 2,7 [kW]
- pracovní rychlosti - zdvihu 5 [m/min] - pojezdu jeřábu 36 [m/min]
- kočky 25,5 [m/min]

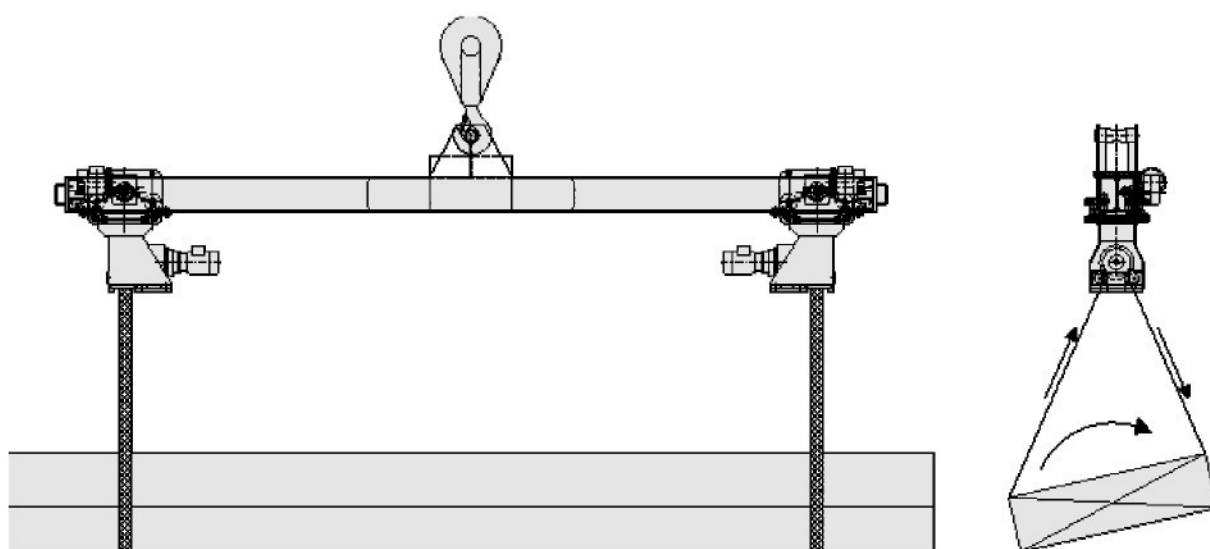
V hale VÚ46 operují dva mostové jeřáby *Kran VÚ46* s těmito parametry:

- nosnost 5 [t]
- rozpětí 9,3 [m]

- výška zdvihu 7,08 [m]
- příkon motoru - zdvihu 13,5 [kW] - pojezdu jeřábu 2,7 [kW] - kočky 2 [kW]
- pracovní rychlosti - zdvihu 16 [m/min] - pojezdu jeřábu 50 [m/min]
- kočky 16 [m/min]

[13]

Od Německé firmy Rototmax je pro potřeby otáčecí manipulace s materiálem používáno stejnojmenné zařízení. Typ zařízení *Rotomax – RV 5000*.



Obrázek 22. – Princip otáčecího zařízení Rotomax

[20]

Stavitelná jeřábová traverza s motorovým otáčením se umístí za oka na své horní straně do háků jeřábu. Nastaví se požadovaná délka rozpětí úchytových pásů podle délky otáčeného dílu. Komponent je zavěšen na látkové popruhy. Jeřábem se docílí potřebného zdvihu tak, aby mohl být díl bezpečně otočen ve vzduchu.

Následuje samotná horizontální rotace dílu o 180°, jak je naznačeno na obrázku 22. Jeřábem se díl opět snadno umístí do správné polohy v přípravku. Po zabezpečení dílu jsou vyjmuty popruhy a je možné pokračovat s dalšími technologickými kroky na rubu komponentu.

Parametry zařízení rotomax :

- nosnost 5 [t] – může být omezena nosností látkových popruhů nebo jeřábu
- maximální rozpětí vozíků 2 000 – 20 000 [mm]
- napájení 400 [V]

Manipulace menších dílů se uskutečňuje kombinovaně, buď pomocí příslušných popsaných jeřábů ve výrobních lodích, nebo je mezioperační manipulace mezi jednotlivými loděmi výroby, kam nemají mostové jeřáby dosah prováděna pomocí manipulačních vozíků tažených tahači nebo vysokozdvížnými vozíky s následujícími možnostmi a parametry:

STILL R60-40

- vidlicový vozík
- elektrický pohon, napětí baterie 80 V
- pohon přední nápravy
- nosnost 4 t



Obrázek 23.

STILL R 07-25

- plošinový tahač
- elektrický pohon + vznětový motor
- baterie 80 V
- nosnost pomocné ložné plochy 300 kg
- závěsná zatížení 25 t



Obrázek 24.

STILL HP 10

- nízkozdvížený ruční vidlicový vozík
- nosnost 1 t



Obrázek 25.

[19]

6.2 Stanovení základních parametrů pro výpočet kapacitního využití

T - (termíny, čas); dobu trvání manipulačních prací i četnost těchto operací.

Nejprve je nutné vypočíst roční využitelný fond jeřábů. Stanovení mezioperačních a operačních manipulací na jednotlivých pracovištích je uvedeno v **příloze č.6.** v tabulkách využití jednotlivých transportních zařízení.

Řádky tabulek znázorňují číslo technologického kroku, při kterém je využito jeřábu. V sloupcích je pak stanoveno příslušné pracoviště manipulace a komponent zahrnující všechna technologická místa potřebná pro jeho sestavení. Tabulky jsou sestaveny podle stávajících technologických postupů.

Náběh výroby HS vozů Desiro nutí k zahrnutí využití jeřábů i pro tento výrobek. Jeřáby také manipulují s komponenty pro vozidla VAL, jejichž výroba je částečně umístěna v hlavní lodi výroby. Takováto manipulace bude do rozboru a kapacitního využití možností manipulátorů zahrnuta jako přesunování ostatní výroby. Spotřeba časů na manipulaci s jeřáby vychází z interních norem společnosti SKV. Určení časového fondu jeřábů:

Pro jeho výpočet platí vztah: $F_{mz} = d_{ef} \cdot h \cdot s \cdot k_z$, kde:

d	=	260	[dní]	-	počet pracovních dní v roce včetně svátků
d _{dov}	=	15	[dní]	-	celozávodní dovolená + svátky
d _{ef}	=	245	[dní]	-	využitelné pracovní dny
h	=	7,5	[h]	-	počet hodin ve směně
s	=	1	[-]	-	směnnost
k _z	=	0,84	[-]	-	koeficient na opravy (preventivní údržba a opravy -16%)

$$\text{proto } F_{mz} = 245 \cdot 7,5 \cdot 1 \cdot 0,84 = \underline{\underline{1544 \text{ [Nh / rok]}}}$$

Preventivní údržba zařízení zahrnuje i pravidelné zátěžové zkoušky jeřábů, prováděné výrobcem – firmou SD Prosetín, preventivní údržbu a nezbytné opravy.

Spotřeby časů z interních norem určují jednotkové úseky pro využití času jeřábů z jejich celkového využitelného časového fondu.

Přivolání jeřábu	7	[min]
Založení komponentu do přípravku	5	[min]
Převoz materiálu	4	[min]
Spotřeba práce rotomaxu pro otočení jednoho dílu	25	[min]

6.3 Výpočet kapacitního využití a možností manipulačních zařízení

Kapacitní využití jeřábů při mezioperační manipulaci vychází z tabulek využití jednotlivých transportních zařízení v **příloze č.6**. Podle technologických postupů jsou stanoveny jednotlivé typy a počty jednotkových operací. Těmito operacemi jsou: přivolání jeřábu na stanoviště, převoz materiálu k danému místu podle materiálového toku a ustavení materiálu v přípravku (je-li nutné použití jeřábu).

Použití zařízení Rotomax zohledněné pro jednotlivé technologické operace také v tabulkách využití transportních zařízení, je poslední operací zahrnutou do mezioperační manipulace.

Na základě těchto údajů jsou sestaveny **tabulka č.12. - Kapacitní využití manipulačního zařízení Kran VÚ38** a **tabulka č.13. - Kapacitního využití manipulačního zařízení Kran VÚ46**. Jednotková spotřeba času pro danou operaci manipulace je propočtena podle stanovených jednotkových spotřeb času operace.

Potřebné množství vyrobených kusů za rok umožní vypočítat celkovou roční spotřebu času pro jednotlivá pracoviště. Roční spotřeba času pro komponent nebo podsestavu je uvedena v řádku celkového součtu hodin spotřebovaných za rok celkem. V posledním řádku tabulky je celkové využití příslušného jeřábu vzhledem ke všem komponentům a k nim příslušným manipulačním operacím. Podle stanoveného časového fondu je uvedeno i procentuální využití jeřábu pro HS.

Sestavené koláčové grafy názorně ukazují procentuální využití jeřábů Kran VÚ38 a Kran VÚ46 vzhledem k jednotlivým komponentům, pracovištím a konečně i graf využití jeřábů podle druhu manipulovaných projektů.

Tabulka 12. - Kapacitní využití jeřábů Kran VÚ38

Popis dílu	Označení pracoviště	Přivezení materiálu	Přivolání	Ustavení	Rotomax	Jednotková spotřeba času [Nh]	Množství [ks/rok]	Roční spotřeba času [Nh/rok]
Hrubá stavba	A 050	19	19	19	0	5,07	50	253,33
	A 051	1	1	1	0	0,27	50	13,33
	A 052	1	1	1	0	0,27	50	13,33
HS celkem		21	21	21	0			280,00
Střecha	A C11	4	6	3	2	2,05	50	102,50
	A C12	5	6	5	1	1,87	50	93,33
	A 012	1	2	1		0,38	50	19,17
	A 013	1	3	2	3	1,83	50	91,67
Střecha celkem		11	17	11	6			306,67
Spodek	A 023	10	10	7	2	3,25	50	162,50
	A 024	0	3	0	2	1,18	50	59,17
	A 025	0	2	0	1	0,65	50	32,50
Spodek celkem		10	15	7	5			254,17
Nosník	A 111	3	3	2	0	0,72	100	71,67
	A 027	3	3	2	1	1,13	100	113,33
Nosník celkem		6	6	4	1			185,00
Svařenec střední	A 021	3	5	3	2	1,87	50	93,33
	A 020	1	1	1	0	0,27	50	13,33
Svařenec střední celkem		4	6	4	2			106,67
Panel spodní	A 021	1	1	1	1	0,68	100	68,33
	A 003	1	1	1	0	0,27	100	26,67
	A 020	1	1	1	0	0,27	100	26,67
Panel spodní celkem		3	3	3	1			121,67
Celkové časové nároky		[Nh/rok]						1254,17
Roční využitelný časový fond		[Nh/rok]						3088
Teoretické využití								40,61%

Tabulka 13. - Kapacitní využití jeřábů Kran VÚ46

Popis dílu	Označení pracoviště	Přivezení materiálu	Přivolání	Ustavení	Rotomax	Jednotková spotřeba času [Nh]	Množství [ks/rok]	Roční spotřeba času [Nh/rok]
Sekce bočnice M,V	A 030	0	0	1	0	0,08	460	38,33
	A 032	3	2	3	0	0,68	460	314,33
Sekce bočnice celkem		3	2	4	0			352,67
Čelo	A 040	0	2	1	0	0,32	80	25,33
	A 042	2	2	1	0	0,45	80	36,00
Čelo celkem		2	4	2	0			61,33
Svařenec krajní	A 020	1	1	1	0	0,27	100	26,67
	A 021	1	5	2	0	0,82	100	81,67
	A 022	1	5	2	0	0,82	100	81,67
	A 028	1	1	1	0	0,27	100	26,67
Svařenec krajní celkem		4	12	6	0			216,67
Hlavní příčník	A 026	8	8	4	0	1,80	100	180,00
	A 029	0	2	2	0	0,40	100	40,00
	A 003	0	3	2	0	0,52	100	51,67
Hlavní příčník celkem		8	13	8	0			271,67
Celkové časové nároky		[Nh/rok]						902,33
Roční využitelný časový fond		[Nh/rok]						3088
Teoretické využití								29,22%

V obou výrobních halách pracují dva shodné jeřáby. Jejich jednotlivé výsledné kapacitní využití není jen prostým rozdělením celkového využití na dvě části. Bylo nutné oddělit manipulace pro jednotlivé jeřáby podle charakteru operace. Přehledně je toto rozdělení uvedeno v **tabulce č.14. – Rozdělení využití Kran VÚ38** a v **tabulce č.15. – Rozdělení využití Kran VÚ46**. V posledním řádku tabulky je uveden odhad hodin při vzájemném blokování za rok. Blokování vyplývá z dráhy jeřábů, kterou musí provést, aby dopravily určený díl na stanovené pracoviště. Některé díly jsou exkluzivně dopravovány jedním jeřábem, proto pokud vede tato doprava přes stanoviště určená pro druhý jeřáb, může dojít ke vzájemnému překážení. Pro přesné zjištění všech parametrů využití jeřábů (blokování, čekání na materiál) by bylo nutné provést počítačovou simulaci.

Popis dílu	Jižní jeřáb [Nh/rok]	Severní jeřáb [Nh/rok]
HS	115	165
ST	0	306,67
SPO	254,17	0
NO	111	74
SVS	0	106,67
PS	0	121,67
Využití	31,10%	50,13%
Blokování	110 [Nh/rok]	

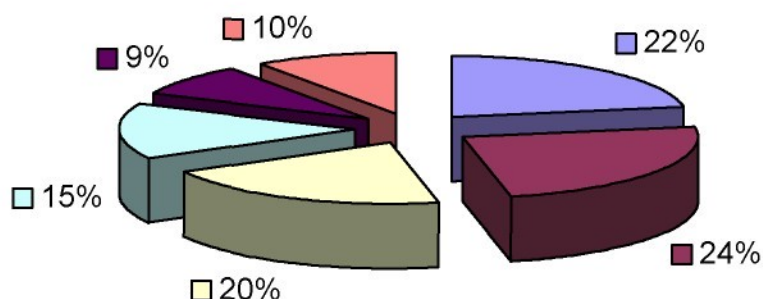
Popis dílu	Jižní jeřáb [Nh/rok]	Severní jeřáb [Nh/rok]
SBM,SBV	0	352,67
ČM	61,33	0
SVK	151	65,67
HP	86,67	185
Využití	19,37%	39,08%
Blokování	95 [Nh/rok]	

Tab. 14. – Rozdělení využití Kran VÚ38 - Tab. 15. – Rozdělení využití Kran VÚ46

Kapacitní zatížení jeřábů podle jednotlivých komponentů v procentuálním vyjádření naznačují koláčové grafy sestavené podle tabulek kapacitního využití. Protože v tomto přehledu není důležité, o který ze dvou jeřábů se jedná, platí tento pro celkové kapacitní využití obou jeřábů v dané lodi výroby.

Podrobné kapacitní využití jeřábů na relevantních pracovištích se objevuje v dalších grafech. V nich jsou popisky sdružením odděleny do jednotlivých skupin podle komponentů tak, aby společně určovaly výsledné hodnoty časového zatížení jeřábů, naznačeného v předchozím grafu. Grafy jsou tím pádem provázány. Toto jejich rozdělení je výhodné pro určení vzájemného pohybu jeřábů. S jeho pomocí je možné snížit blokování jeřábů na minimum rozdělením práce jeřábů na jednotlivých komponentech HS.

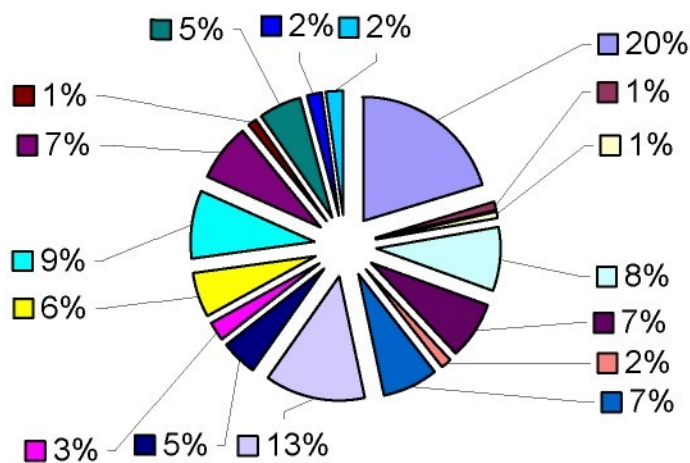
Kapacitní využití jeřábů Kran VÚ38 podle komponentu HS



■ Hrubá stavba
 ■ Střecha
 ■ Spodek
 ■ Nosník
 ■ Svařenec střední
 ■ Panel spodní

Obrázek 26.

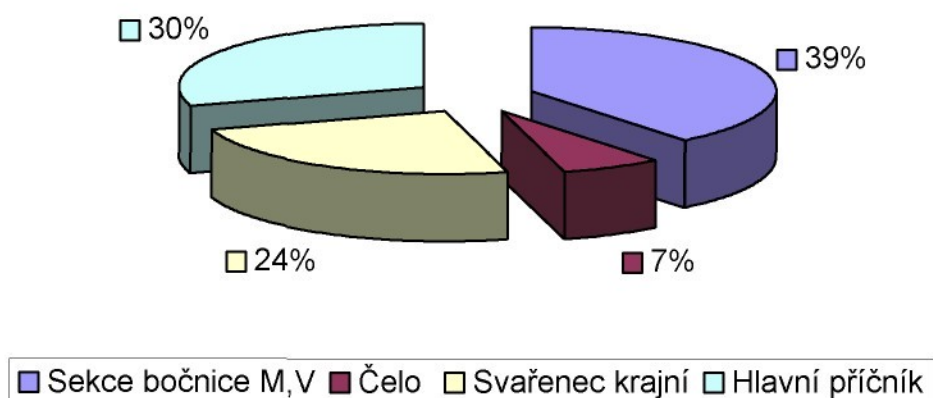
Kapacitní využití jeřábů Kran VÚ38 podle jednotlivých pracovišť



■ Hrubá stavba A 050	■ Hrubá stavba A 051	■ Hrubá stavba A 052
■ Střecha A C11	■ Střecha A C12	■ Střecha A 012
■ Střecha A 013	■ Spodek A 023	■ Spodek A 024
■ Spodek A 025	■ Nosník A 111	■ Nosník A 027
■ Svařenec střední A 021	■ Svařenec střední A 020	■ Panel spodní A 021
■ Panel spodní A 003	■ Panel spodní A 020	

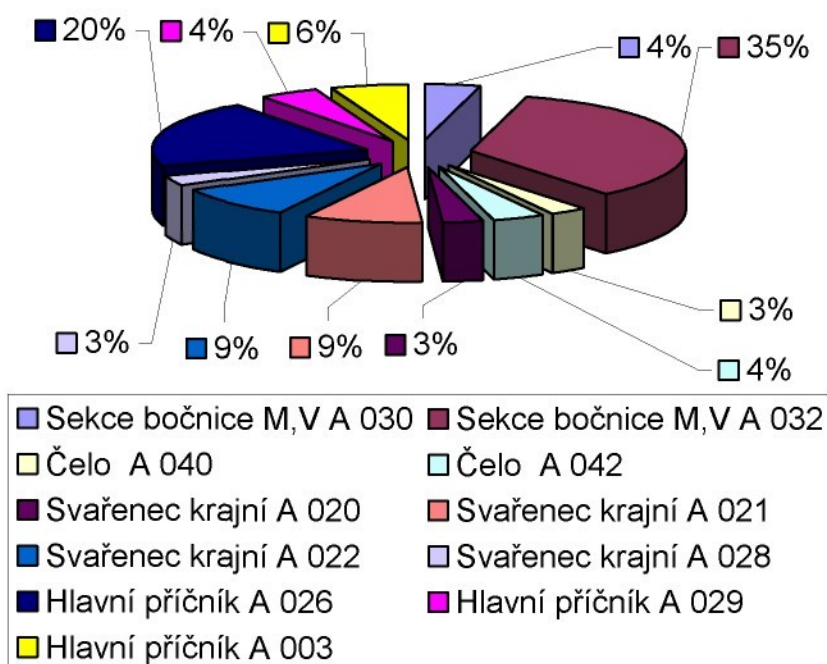
Obrázek 27.

Kapacitní využití jeřábů Kran VÚ46 podle komponentů HS



Obrázek 28.

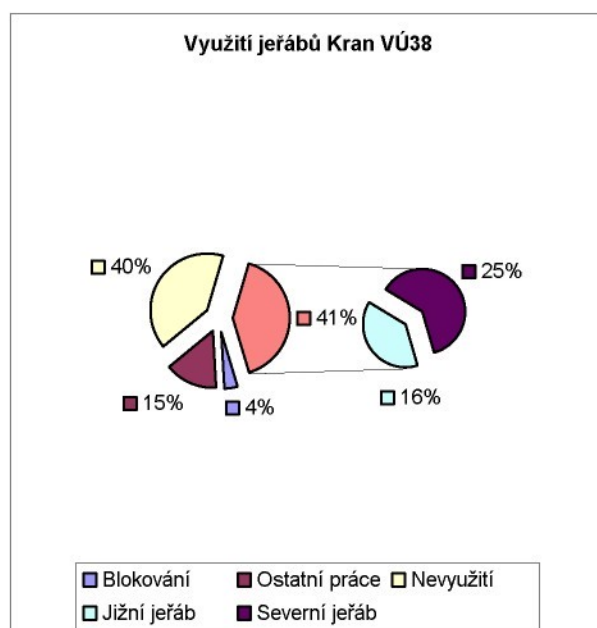
Kapacitní využití jeřábů Kran VÚ46 podle jednotlivých pracovišť



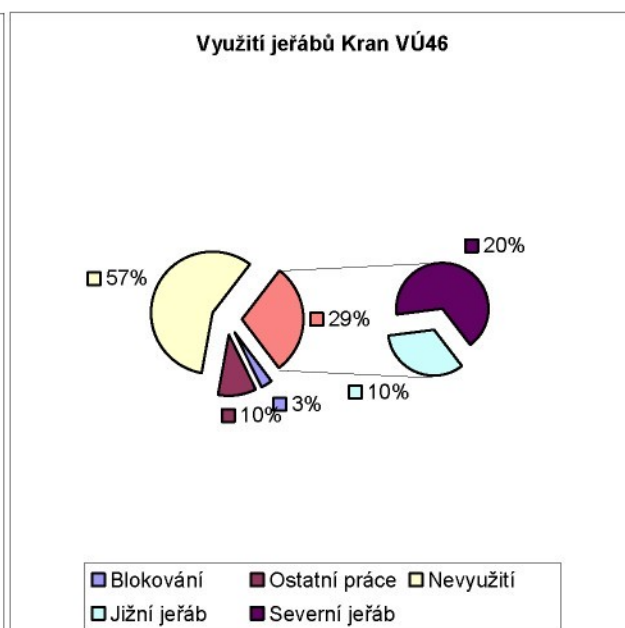
Obrázek 29.

6.4 Vyhodnocení využití manipulačních zařízení

Jeřáby výrobních lodí VÚ38 i VÚ46 plně dostačují potřebám výroby HS. Naopak jejich využití se zdá být poměrně nízké. Existuje vytížení jeřábů i jinými projekty, jako je například VAL a jinými operacemi jako například vykládkou materiálu přivezeného ze skladu, přemísťování přípravků, strojů nebo těžších součástí. Toto zohlednění v koláčových grafech, *obrázky č.30. a č.31.* (kde 100% = využitelnému fondu dvou jeřábů), nám poskytne hodnotu nevyužití jeřábů, která může být využita pro nabíhající projekty jako Desiro. Tato hodnota je 40% pro jeřáby v hlavní výrobní lodi Kran VÚ38 a pro manipulátory Kran VÚ46 je 57%. Nevyužití je značné. I přes náběhy nových projektů by bylo dobré uvážit instalaci menšího portálového jeřábu, který by společně s jedním mostovým jeřábem lépe vyhovoval požadavkům výroby.



Obrázek 30.



Obrázek 31.

Nejvyšší využití jeřábů Kran VÚ38 na komponent připadá na podsestavu střecha, kde je nutné přenášení výrobku mezi šesti pracovišti. HS zaujímá využitím druhé místo, díky svému aretačnímu pracovišti A 050, kde je mnoho vstupujících komponentů, a proto nejvíce vytěžuje jeřáb v detailním rozdělení viz *obrázek 27.* Z něj je vidno, proč je dalším výrazně zátěžovým komponentem spodek. Důvodem je časté obracení dílu za využití Rotomaxu na pracovišti A 023. Stejná příčina je i u vysoké hodnoty technologického místa nosníku A 027. Přesné hodinové vyjádření je v **tabulce č.12.**

U jeřábů Kran VÚ46, *obrázky č.28. a č.29.*, je nutná častá asistence jeřábu u výroby sekcí bočnic především na stanovišti A 032 - dokončování. Častá manipulace hlavního příčnicku je způsobená složitým postupem průběhu výroby znázorněným v **tabulce č.9**. Celkové zatížení jeřábu je zde 20%. Není možné změnit technologický postup, proto bylo přistoupeno alespoň k redukci manipulačních cest a přípravky byly v optimalizaci materiálových toků **kapitola 5.7 (obrázek 21.)** přemístěny do větší blízkosti. Díl spodku svařenec krajní je často manipulován kvůli nutnosti svařování z obou stran a umisťování několika základních dílů. Jeho jednotlivá pracoviště využívají jeřábů rovnoměrně. Jeřáby vedlejší lodi jsou méně zatíženy i díky otočným svařovacím přípravkům, které umožňují po ustavení dílů jejich rotaci a následné technologické kroky na druhé straně bez využití jeřábů.

Velkým problémem by mohlo být vzájemné překážení jeřábů zejména po náběhu dalších výrobních projektů. Tento deficit z jejich využitelných fondů tvořící odhadem 15% resp. 10% by mohl výrazně ohrozit plynulost výroby. Pro přesné zjištění všech parametrů využití jeřábů (blokování, čekání na materiál) by bylo nutné provést počítačovou simulaci. Pro pesimistickou variantu bych navrhoval avizovanou instalaci portálového jeřábu a odstranění jednoho ze dvou mostových. Portálový jeřáb by byl vhodný pro přepravu lehčích a menších komponentů. Pokryl by poloviční prostor haly. Pro velké komponenty a přenášení by zůstal jeden mostový jeřáb.

Pro navrhované řešení s jedním portálovým jeřábem bylo uspořádáno výběrové řízení. V něm vyhrála nabídka na jeřáb GPM1. Parametry jeřábu vítězné nabídky:

Nosnost 6 [t]	Rozpětí 12 [m]	Ruční ovládání
Výška zdvihu 5 [m]	Volný pohyb po kolech	Zaučení personálu

Toto řešení je investičně více náročné (celkové náklady cca 1 230 000,- Kč). Vyžadovalo by proto důkladnější analýzu, jejímž obsahem by kromě nákladů bylo i zhodnocení přínosů, ve kterých by bylo zohledněno odstranění blokování jeřábů, úspory ploch a zlepšení plynulosti materiálového toku.

7. Závěr

V diplomové práci byl zpracován komplexní projekt návrhu optimalizace mezioperační manipulace při výrobě svařenců z Al, ve kterém je pružnost výroby nejdůležitější vlastností.

Základní technologií výroby vozů Metro i dílů vozů Desiro je automatické a ruční svařování. Progresivní technologii automatického svařování je díky dodávkám hliníkových profilů v optimalizovaném stavu možné nasadit okamžitě, bez nutnosti dalších úprav materiálu. Používají se metody MIG/MAG a v menší míře také metoda TIG. Jejich výhodou je nenáročnost přípravy výroby, ale naopak s sebou nesou vysoké náklady na provoz i na materiál.

Celkové kapacitní využití pracovišť je 50,5 %. Důvodem takto nízké hodnoty jsou původní předpoklady vyššího objemu výroby. S plánovaným navýšením produkce dojde i k mnohem lepšímu využití všech technologických míst, jak ukazuje tabulka č.8. Jejich redukce by proto nebyla namístě. Podrobné využití jednotlivých pracovišť je zhodnoceno v kapitole 4.5.

Při stanovení průběžných dob výroby na jednotlivých pracovištích jsem vycházel z poskytnutých TPO, ale mnoho údajů bylo nutné ověřit vlastním měřením, zpřesnit pozorováním výrobního procesu nebo zcela určit s využitím interních sborníků norem podle metod nastíněných v kapitole 3.

Projekt mezioperační manipulace při výrobě se opírá o rozbor stávajících materiálových toků a původního stavu dispozičního řešení výroby. V úvahu je brán náběh projektu výroby Desiro, který vyžaduje uvolnění adekvátních prostor vzhledem k technologii výroby. Uvolněním haly VÚ46 jsem takové prostory našel, a navíc jsem současně optimalizoval materiálový tok výroby vozů Metro. Snížení přepravních cest je díky přesunu některých částí projektu do menší haly výroby VÚ37 velmi výrazné.

Úspora při manipulaci je 30,7%. Úspora pracovní plochy je 145m². Výhodou je také lepší transparentnost toku a orientace ve výrobě díky sblížení pracovišť projektů. Přitom náklady na toto řešení, 36 540,- Kč jsou minimální! Detailnější seznámení s průběhem výroby pomohlo k zajímavému řešení u komponentu HP viz kapitola 5.5.1. Řešení je více praktické s ohledem na souběh několika projektů ve výrobě.

Prověrka časového využití a kapacitních možností jeřábů obou lodí VÚ38 a VÚ46 ukázala, že manipulátory bezpečně uspokojují nároky na přepravu stávající produkce. Při současné výrobě jsou předimenzované.

Pro projekt Metro je využití Kran VÚ38 v hlavní lodi 41% a Kran VÚ46 ve vedlejší lodi 29%. Projekt Desiro může disponovat se zbytkem využitelného časového fondu, tj. 40% resp. 57%, což manipulačním nárokům plně vyhovuje. Detailnější využití podle komponentů a pracovišť je na *obrázcích (26.-29.)*.

S náběhem manipulačně náročnějších projektů by nicméně mohlo dojít k nevyužití plného časového fondu jeřábů v důsledku jejich vzájemného blokování. Pro tuto pesimistickou variantu, kterou by bylo nutné potvrdit např. počítačovou simulací, doporučuji instalaci nového individuálního portálového jeřábu.

Jako vedlejší výstup této diplomové práce zahrnuji i návrh na zavedení metody kontinuálního zlepšování 5S, která by se stala vhodným nástrojem v optimalizaci procesů. Mohla by být zahrnuta do již probíhajícího programu ProSKV.

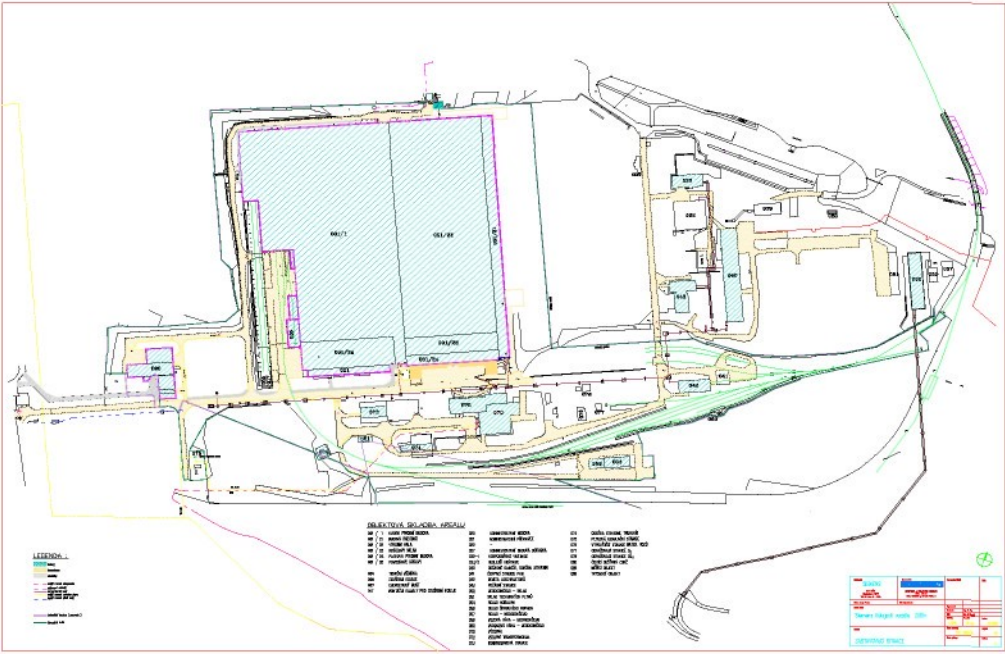
Použitá literatura

- [1] Taylor, F.W.: The Principles of Scientific Management, 1911
- [2] Copley, F.B.: F.W.Taylor - Father of the scientific management 1923
volume1,2
- [3] Modern history source book.: F.W.Taylor 1947
- [4] Mrázek, O. – Synek, M.: Kapacitní propočty v průmyslu. SNTL Praha 1981
- [5] Zelenka, A. – Král, M.: Projektování výrobních systémů. ČVUT Praha 1995
- [6] Hüttlová, E.: Organizace práce v podniku. VŠE Praha 1999
- [7] Kolektiv Normia Brno: Vybrané normativní tabulky. Normia Brno 1996
- [8] Vytlačil, M. - Mašín, I. - Staněk, M.: Podnik světové třídy, IPI Liberec 1997.
- [9] Kříž, R. – Vávra, P.: Strojírenská příručka - svazek 7. Scientia s.r.o. 1996
- [10] Kříž, R. – Vávra, P.: Strojírenská příručka - svazek 3. Scientia s.r.o. 1996
- [11] Polák, J. – Pavliska, J – Slíva, A.: Dopravní a manipulační zařízení. TU – VŠB
Ostrava 2001
- [12] Rejman, M.: Základy mezioperační manipulace s materiálem. Praha 1969
- [13] Interní materiály společnosti Siemens Kolejová Vozidla
- [14] Výukové materiály KVS, TU v Liberci
- [15] <http://www.siemens.com>
- [16] <http://www.dnsalias.org>
- [17] <http://www.netmba.com>
- [18] <http://www.ipaslovakia.sk>
- [19] <http://www.still.cz>
- [20] <http://www.cevas.cz>

Seznam příloh

1. Zastavovací situace areálu společnosti SKV a.s.
2. Rozmístění výrobních hal
3. Výkres hrubé stavby vozu M1.1. č.výkresu 1-5112-01
4. Tabulky spotřeby časů při výrobě jednotlivých komponentů a podsestav hrubých staveb
5. Rozdělení počtu pracovníků pro jednotlivé operace v závislosti na čísle technologického kroku a příslušného pracoviště komponentu
6. Využití transportních zařízení (jeřábů) na jednotlivých pracovištích
7. Rozměry pracovišť
8. Historie a současnost firmy SKV + Historie metra
9. Podrobný obsah jednotlivých druhů spotřeb času

Příloha 1. - Zastavovací situace areálu společnosti SKV a.s.



Příloha 2. - Rozmístění výrobních hal

Příloha 3. - Výkres hrubé stavby vozu M1.1. č.výkresu 1-5112-01

Příloha 4. - Tabulky spotřeby časů při výrobě jednotlivých komponentů a podsestav hrubých staveb

Výroba komponentu: Svařenec střední

Tento člen podskupiny *Spodek* se vyrábí z 5-ti shodně dlouhých hliníkových profilů (12020 mm). Svařování metodou MIG probíhá na místě A 021 v přípravku PSV 162 – 1703 postupně, na obou stranách dílu jsou tedy 4 svarové linie. Pro otáčení (celkem 2 otočení) se používá zařízení *Rotomax*. Po operacích na A 021 se svařenec umísťuje na odkladovou plochu A 020, kde je obráběn pomocí náhradní technologie ručními strojky. Manipulačním jeřábem hlavní lodi *Kran VÚ38* jsou prováděny veškeré pohyby komponentu.

Číslo operace	Označení pracoviště	Číslo přípravku	Popis operace	Doba práce t_{AC} [Nmin]	Doba přípravy t_{BC} [Nmin]	Doba práce stroje t_S [Nmin]
20	A 021	PSV 162-1703	Očistit svarové plochy, odmastit, vytřít do sucha	421,2	9,6	-
30	A 021	PSV 162-1703	Upevnit upínky, šrouby dotáhnout, založit do PSV	402,6	18,6	-
40	A 021	PSV 162-1703	Stehovat svařit-MIG po svaření očistit	93,6	112,8	93,6
45	A 021	PSV 162-1703	Navářit svary na konci profilu	43,8	18,6	-
50	A 021	PSV 162-1703	Po vychladnutí uvolnit upínky, otočit a umístit do PSV	451,2	28,2	-
60	A 021	PSV 162-1703	Svarové plochy očistit, odmastit, vytřít do sucha	101,4	9,6	-
70	A 021	PSV 162-1703	Svařit MIG z druhé strany, očistit	280,8	112,8	280,8
74	A 021	PSV 162-1703	Uvolnit upínky, otočit	177,6	18,6	-
76	A 021	PSV 162-1703	Svařovat MIG, svařenec vyrovnat	294,0	56,4	294,0
78	A 020	Podpěry	Umístit na stojany	76,8	18,6	-
80	A 020	Podpěry	Náhradní technologie, opracovat ručními strojky	1080,0	30,0	-
100	A 020	Podpěry	Brousit úkosy, lícovat, odbřítovat, dobrousit žebra po frézování	63,6	18,6	-

Výroba komponentu: **Svařenec krajní**

Stejně jako u svařence středního jsou veškeré manipulační operace pro umístění do přípravků uskutečněny zařízením *Kran VÚ46*, převoz potom pomocí vysokozdvizných vozíků. Podobně je také svařován ve stejném přípravku na místě A 021 metodou MIG a po úpravách prováděných zámečnickem na stojánci A 020 je přesunut na pracoviště A 022. Rozříznutý svařenec je nalícován a vystředěn na osu vozu. Svarové plochy jsou předehřáty plamenem na teplotu 80 - 110°C a po kontrole dotykovým teploměrem svařeny. Po otočení PSV, opětovném očištění, odmaštění a vysušení svarových ploch, se deska spojí ručním svařováním. Na stojanech A 028 proběhne kontrola svarů dle ČSN EN 30042 třídy "C".

Číslo operace	Označení pracoviště	Číslo přípravku	Popis operace	Doba práce t_{AC} [Nmin]	Doba přípravy t_{BC} [Nmin]	Doba práce stroje t_S [Nmin]
1	A 021	PSV 162-1703	Náhradní technologie dělit na polovinu	12,0	17,0	12,0
5	A 021	PSV 162-1703	Náhradní technologie odbřívání po řezání	2,0	9,0	-
10	A 021	PSV 162-1703	Náhradní technologie frézování	325,0	216,0	325,0
12	A 021	PSV 162-1703	Náhradní technologie odbřívání po řezání	8,1	9,0	-
15	A 021	PSV 162-1703	Svarové plochy okartáčovat, odmastit, vytřít do sucha	101,4	9,6	-
20	A 021	PSV 162-1703	Založit do PSV, upevnit upínky	116,4	18,6	-
40	A 021	PSV 162-1703	Svařit MIG, stehovat čela profilů, očistit	50,4	112,8	50,4
45	A 021	PSV 162-1703	Svařit konce profilů	27,6	18,6	-
50	A 021	PSV 162-1703	Po vychladnutí otočit a umístit do PSV	130,2	18,6	-
60	A 021	PSV 162-1703	Svarové plochy okartáčovat, odmastit, vytřít do sucha	25,2	9,6	-
70	A 021	PSV 162-1703	Svařit z druhé strany, očistit	50,4	112,8	50,4
71	A 021	PSV 162-1703	Otočit svařenec a umístit do PSV	76,2	18,6	-
73	A 021	PSV 162-1703	Vyrovnat	127,2	56,4	127,2
75	A 021	PSV 162-1703	Otočit svařenec a umístit jej na podpěry	76,2	18,6	-
80	A 020	podpěry	Náhradní technologie opracování ručními	148,0	30,0	-

Číslo operace	Označení pracoviště	Číslo přípravku	Popis operace	Doba práce t_{AC} [Nmin]	Doba přípravy t_{BC} [Nmin]	Doba práce stroje t_s [Nmin]
90	A C22	PSV 162-17033	Před založením svarové plochy očistit, odmastit, vysušit	16,8	18,6	-
100	A C22	PSV 162-17033	Lícovat do PSV hlavní příčník	180,0	18,6	-
110	A C22	PSV 162-17033	Brousit vybrání žeber a úkosy	115,2	18,6	-
120	A C22	PSV 162-17033	Svařenec lícovat v obrácené poloze a vystředit s předepnutím	169,2	18,6	-
130	A C22	PSV 162-17033	Kontrolovat vystředění na osu vozu	32,4	18,6	-
135	A C22	PSV 162-17033	Zabrousit stehy po svaření, očistit, odmastit, vysušit	294,6	18,6	-
140	A C22	PSV 162-17033	Předehřát těsně před svařením, kontrola dotykový teploměr	225,6	18,6	-
150	A C22	PSV 162-17033	Nastehovat svařit a očistit	329,4	18,6	-
160	A C22	PSV 162-17033	Otočit v přípravku	28,8	18,6	-
165	A C22	PSV 162-17033	Svařit z druhé strany	121,8	18,6	-
170	A C22	PSV 162-17033	Svarové plochy očistit, odmastit, vysušit	19,2	18,6	-
180	A C22	PSV 162-17033	Lícovat do PSV profily	100,2	18,6	-
190	A C22	PSV 162-17033	Předehřát svarové plochy	148,8	18,6	-
193	A C22	PSV 162-17033	Nastehovat a očistit	85,2	18,6	-
195	A C22	PSV 162-17033	Zabrousit stehy po svaření, očistit, odmastit, vytřít do sucha	75,6	18,6	-
200	A C22	PSV 162-17033	Svařit a očistit	148,8	18,6	-
210	A C22	PSV 162-17033	Svarové plochy očistit, odmastit a vytřít do sucha	14,0	18,6	-
220	A C22	PSV 162-17033	Po vychladnutí lícovat bočníci kozlíku	35,4	18,6	-
223	A C22	PSV 162-17033	Nastehovat díly, očistit	21,0	18,6	-
225	A C22	PSV 162-17033	Zabrousit stehy po svaření, očistit, odmastit, vysušit	35,4	18,6	-
230	A C22	PSV 162-17033	Předehřát svarové plochy	129,6	18,6	-
240	A C22	PSV 162-17033	Svařit a očistit	127,8	18,6	-
245	A C22	PSV 162-17033	Uvolnit upínky, převést	57,0	18,6	-
250	A 028	podpěry	Kontrola svarů	57,0	18,6	-

Výroba podsestavy: **Spodek**

Celá podsestava *Spodek* je složena z několika hlavních komponentů. Tvoří ji mimo menších dílů *svařenec střední* (1ks), *svařenec krajní* (2ks), *nosník 58802* (2ks). Vzhledem ke hmotnosti dílů je nutné pro jejich dopravu používat jeřáb hlavní lodi *Kran VÚ38*. *Spodek* je zdaleka nejtěžší skupinou pro HS. Prvky manipulanti ustaví do PSV 161-0671 na pracovišti A 023. Zde dojde k popsanému očištění svarových ploch. Nastehované díly propojí svařování. Lícují se krajové *nosníky 58802*, které se svaří se zkouškou dle EN 287-2. Rotomax obrátí svařenec pro dokončení operací na druhé straně, kterou je propojení hlavních příčníků s krajními svařenci. Odvoz na obráběcí pozici A 024 obstará jeřáb 2x6,25 t spolu s umístěním do zařízení *Rotomax*, pro současné otočení do základní pozice. Opracování ručními strojky zajistí zabroušení úkosů a lemů spodku. Hydraulická ramena na stojánci A 025 pojmu otočený prvek pro dovaření příčných zesílení a úhelníků spřáhel. Místo A 024 zabere *spodek* pro dokončovací operace svaření a značení vyhotovení otvorů. Kontrola proběhne podle měřicího listu, přidá se i verifikace šroubových spojení a ověření kompletnosti svaru dle ČSN EN 30042. Vizuální test pomocí osvětlené lupy. Podezřelá a kritická místa se kontrolují kapilární zkouškou.



Obrázek 32. - Ustavení podsestavy *Spodek*

Číslo operace	Označení pracoviště	Číslo přípravku	Popis operace	Doba práce t_{AC} [Nmin]	Doba přípravy t_{BC} [Nmin]	Doba práce stroje t_S [Nmin]
10	A 023	PSV 161-0671	Založit do PVS 2x svařenec krajní a svařenec střední Upravit	720,0	18,6	-
30	A 023	PSV 161-0671	Svarové plochy očistit, odmastit, vysušit	123,6	18,6	-
40	A 023	PSV 161-0671	Nastehovat díly	21,0	18,6	-
50	A 023	PSV 161-0671	Zabrousit stehy, očistit, odmastit, vysušit Odfrézovat	33,6	18,6	-
60	A 023	PSV 161-0671	Svařit a očistit	85,2	18,6	-
70	A 023	PSV 161-0671	Napojení svarů zabrousit, okartáčovat	21,6	18,6	-
80	A 023	PSV 161-0671	Lícovat dva nosníky Upravit	721,2	18,6	-
90	A 023	PSV 161-0671	Očistit svarové plochy	285,6	28,2	-
100	A 023	PSV 161-0671	Nastehovat	87,0	18,6	-
110	A 023	PSV 161-0671	Zabrousit stehy, očistit, odmastit, vysušit Odfrézovat krátery	165,0	18,6	-
120	A 023	PSV 161-0671	Svařit a očistit	271,8	18,6	-
130	A 023	PSV 161-0671	Zabrousit, okartáčovat	166,8	18,6	-
140	A 023	PSV 161-0671	Uvolnit, otočit, umístit založit do PSV	142,2	18,6	-
150	A 023	PSV 161-0671	Nastehovat	85,2	18,6	-
160	A 023	PSV 161-0671	Zabrousit stehy, očistit, odmastit, vysušit Odfrézovat krátery	165,0	18,6	-
170	A 023	PSV 161-0671	Dovařit a očistit	271,8	112,8	-
180	A 023	PSV 161-0671	Zabrousit, okartáčovat	185,4	18,6	-
190	A 023	PSV 161-0671	Usadit hlavní příčnik, po přivaření podélníku	51,0	18,6	-
200	A 023	PSV 161-0671	Kontrola	-	-	-
210	A 023	PSV 161-0672	Očistit, odmastit, vytřít do sucha	71,4	18,6	-
220	A 023	PSV 161-0672	Předehřát v místě spojů, kontrola dotyk. teploměrem	81,0	18,6	-
230	A 023	PSV 161-0672	Svařit hlavní příčnky	224,4	18,6	-
240	A 023	PSV 161-0672	Lícovat do PSV	120,0	18,6	-
250	A 023	PSV 161-0672	Očistit, odmastit, vytřít do sucha	98,4	18,6	-
260	A 023	PSV 161-0672	Nastehovat a očistit	78,0	18,6	-

270	A 023	PSV 161-0672	Zabrousit stehy, očistit, odmastit, vysušit Odfrézovat	93,0	18,6	-
280	A 023	PSV 161-0672	Nechat vychladnout a odvézt na obráběcí centrum	143,3	18,6	-

Číslo operace	Označení pracoviště	Číslo přípravku	Popis operace	Doba práce t_{AC} [Nh]	Doba přípravy t_{BC} [Nh]	Doba práce stroje t_S [Nh]
285	A 024	PSV 261-1703	Obrousit úkosy	4320,0	30,0	-
310	A 024	PSV 261-1703	Lícovat plechy	315,0	18,6	-
320	A 024	PSV 261-1703	Očistit svarové plochy, odmastit, vytřít do sucha	63,0	18,6	-
330	A 024	PSV 261-1703	Nastehovat	33,6	18,6	-
340	A 024	PSV 261-1703	Zabrousit stehy, očistit, odmastit, vysušit Odfrézovat krátery	33,6	18,6	-
350	A 024	PSV 261-1703	Svařit díly	67,8	18,6	-
360	A 024	PSV 261-1703	Obrousit lemy spodku	183,6	18,6	-
380	A 025	hydraulická ramena	Otočit, upnout do PSV, předeřhát	49,8	18,6	-
390	A 025	hydraulická ramena	Svařit díly a očistit	233,4	18,6	-
400	A 025	hydraulická ramena	Lícovat na svařenec	177,6	-	-
410	A 025	hydraulická ramena	Svarové plochy očistit, odmastit, vysušit	118,2	9,6	-
420	A 025	hydraulická ramena	Nastehovat	212,4	18,6	-
430	A 025	hydraulická ramena	Zabrousit stehy, očistit, odmastit, vysušit Odfrézovat katery	196,2	18,6	-
440	A 025	hydraulická ramena	Svařit díly a očistit	276,6	18,6	-
450	A 025	hydraulická ramena	Zabrousit , okartáčovat	46,2	18,6	-
460	A 024	PSV 261-1703	Povolit upínky, otočit, umístit na stojany	104,4	18,6	-
470	A 024	PSV 261-1703	Předeřhát v místě spojů, kontrola dotyk. teploměrem	134,4	18,6	-
490	A 024	PSV 261-1703	Dovařit a očistit	313,2	18,6	-

Číslo operace	Označení pracoviště	Číslo přípravku	Popis operace	Doba práce t_{AC} [Nh]	Doba přípravy t_{BC} [Nh]	Doba práce stroje t_S [Nh]
500	A 024	PSV 261-1703	Očistit, odmastit, koncové katery začistit ručním strojkem	304,8	18,6	-
505	A 024	PSV 261-1703	Označit	330	18,6	-
510	A 024	PSV 261-1703	Otočit svařence	127,2	37,8	-
520	A 024	PSV 261-1703	Kontrola	-	-	-
530	A 024	PSV 261-1703	Vrtata dle řezu	270,6	18,6	-
540	A 024	PSV 261-1703	Upravit 4 nátrubky v hlavních příčnicích	101,4	18,6	-

Výroba komponentu: **Panel spodní**

Vstupuje jako díl do pod sestavy *Sekce bočnice – M,V*. Založený je na pracovišti A 021 pomocí manipulátoru *Kran VÚ38*, který dopraví díly ze skladu. Části jsou nalícovány do přípravku PSV 162-17031. Po nastehování svařeny metodou MIG/MAG svařovacím automatem CLOOS CAT/2LB/180°. Opracování frézováním provedou pracovníci podle programu na postavení A 003 – frézku AXA. Odbřívání je nutné. Pro stehování z obou stran je na otočení dílu použit *Rotomax*.

Číslo operace	Označení pracoviště	Číslo přípravku	Popis operace	Doba práce t_{AC} [Nmin]	Doba přípravy t_{BC} [Nmin]	Doba práce stroje t_S [Nmin]
10	A 021	PSV 162-17031	Odmastit svarové plochy	9,9	18,6	-
20	A 021	PSV 162-17031	Nalícovat stehovat, otočit, nalícovat, stehovat	51,0	56,4	-
30	A 021	PSV 162-17031	Svařovat MIG, očistit	6,6	56,4	6,6
35	A 021	PSV 162-17031	Vyrovnat po svaření	15,6	18,6	15,6
37	A 021	PSV 162-17031	Náhradní technologie opracovat ručními strojky	87,0	30,0	-
45	A 003	AXA	Obrábět dle programu	34,0	189,0	34,0
50	A 020	PSV 162-17032	Odbřívovat po frézování	19,2	9,6	-

Výroba komponentu: **Příčník hlavní**

Výroba hlavního příčníku probíhá postupně. Na první pracoviště A 026 se díly ze skladu dopravují pomocí manipulačních vozíků. Jeřáb *Kran VÚ46* je využíván pro přenášení dílů do přípravků i strojů na všech následujících stanovištích.

Nejprve se části ustavují do přípravku PSV 162-1869. Jsou očištěny pomocí nerezových kartáčů s použitím technického lihu. Okolí svarových ploch je předehřáno na 80 - 110°C plamenem.

Svařování probíhá podle metody TIG ručně. Po zabroušení do roviny se povrch leští lamelovým kotoučem. Svar se kontroluje vizuálně pomocí osvětlené lupy HLL 264. Kontrola podléhá normě ČSN EN 30042 stupně "C". Případné vady jsou označeny a musí být opraveny před založením dalších dílů. Na pracovišti A 029 probíhá kontrola průvaru u kořene ultrazvukem. Z každého konce Hl.příčnicku se odeberou vzorky určené kontrolorem. Ty se použijí pro ověření makrostruktury.

Odvoz zpět na stav A 026 se provádí pomocí vysokozdvížných vozíků, kde dojde k navaření dalších dílů. Kontrola předehřevu se alternativně provádí také termokřídou. Začátky a konce stehu jsou odfrézovány.

V centru A 003 – obráběcí stroj AXA – se podle nastaveného programu frézují úkosy a předvrtávají otvory. Zpět na pracovišti A 026 je komponent po frézování odbřítován zámečnickem. Před pulsním svařováním je kapilární zkouškou vyhodnocen výskyt trhlin. Pro umístění na plochu A 003 se použije jeřáb *Kran VÚ46*. Podle vystaveného měřicího listu dojde ke kontrole rozměrů na místě A 026. Po zalícování následuje svaření příčnicku.

Ke kontrole předehřevu se používá dotykový teploměr. Po dokončení je na pozici A 029 nutná kontrola rozměrová podle měřicího listu a úplná verifikace svarů dle ČSN EN 30042.

Číslo operace	Označení pracoviště	Číslo přípravku	Popis operace	Doba práce t_{AC} [Nmin]	Doba přípravy t_{BC} [Nmin]	Doba práce stroje t_S [Nmin]
20	A 026	PSV 162-1869	Ustavit do přípravku	91,2	37,8	-
25	A 026	PSV 162-1869	Očistit, odmastit a vysušit svarové plochy	9,4	9,6	-
30	A 026	PSV 162-1869	Předehřát plamenem kontrolovat teplotu	131,4	18,6	-
35	A 026	PSV 162-1869	Obrousit, vykartáčovat napojení svaru	28,8	18,6	-
40	A 026	PSV 162-1869	Svařit kořenové vrstvy svaru	49,8	18,6	-
50	A 026	PSV 162-1869	Očistit, zabrousit a přeleštit kořenovou vrstvu	63,6	18,6	-
60	A 026	PSV 162-1869	Kontrola povrchu svaru	-	-	-
70	A 026	PSV 162-1869	Předehřát, kontrolovat teplotu	131,4	18,6	-
Číslo operace	Označení pracoviště	Číslo přípravku	Popis operace	Doba práce t_{AC} [Nmin]	Doba přípravy t_{BC} [Nmin]	Doba práce stroje t_S [Nmin]

75	A 026	PSV 162-1869	Obrousit, vykartáčovat napojení svaru	28,8	18,6	-
80	A 026	PSV 162-1869	Svařit vrstvy, očistit	96,0	18,6	-
90	A 026	PSV 162-1869	Uvolnit, kontrolovat	45,6	18,6	-
91	A 029	podpěry	Kontrola ultrazvukem	-	-	-
92	A 029	podpěry	Odebrat vzorky	-	76,0	72,0
93	A 029	podpěry	Označit vzorek, upravit	-	17,0	18,6
94 , 95	A 029	podpěry	Kontrolovat vzorek Vyhodnotit vzorek	-	-	-
96	A 029	podpěry	Vyleštit čela svaru	7,6	9,6	-
97	A 026	PSV 162-1754	Lícovat k svařenci , brousit náběhy svaru	124,8	37,8	-
100	A 026	PSV 162-1754	Předehřev sv.ploch	103,2	18,6	-
105	A 026	PSV 162-1754	Odfrézovat konce stehu	11,3	18,6	-
110	A 026	PSV 162-1754	Nastehovat a Svařit	103,2	18,6	-
125	A 003	AXA	Zarovnat, frézovat úkosy	109,8	112,8	109,8
130	A 003	AXA	Obrábět dle programu	153,0	197,4	153,0
140	A 026	PSV 162-1754	Odbřítovat po frézování	33,6	28,2	-
145	A 026	PSV 162-1754	Kontrolovat čelní plochy	-	-	-
150	A 026	PSV 162-1754	Okartáčovat, odmastit, lícovat průchody	129,6	37,8	-
160	A 026	PSV 162-1754	Předehřát plamenem kontrolovat teplotu	16,8	18,6	-
165	A 026	PSV 162-1754	Odfrézovat konce stehu	35,4	18,6	-
170	A 026	PSV 162-1754	Nastehovat a Svařit	150,0	18,6	-
180	A 026	PSV 162-1754	Okartáčovat, odmastit, lícovat ložiska podpor	44,0	18,6	-
190	A 026	PSV 162-1754	Předehřát plamenem kontrolovat teplotu	13,1	18,6	-
200	A 026	PSV 162-1754	Svařit svary a očistit	68,4	18,6	-
210	A 003	AXA	Obrábět dle programu	333,6	318,0	333,6
215	A 026	PSV 162-1754	Odbřítovat po frézování	10,3	17,0	-
217	A 026	PSV 162-1754	Kontrola rozměrů	-	-	-
218	A 026	PSV 162-1754	Okartáčovat, odmastit a dovařit svary	18,6	18,6	-
220	A 026	PSV 162-1754	Okartáčovat, odmastit, lícovat opěrky	43,2	18,6	-
230	A 026	PSV 162-1754	Předehřát plamenem kontrolovat teplotu	67,8	18,6	-
240	A 026	PSV 162-1754	Svařit 2 vrstvy svaru, očistit	54,0	18,6	-
245	A 026	PSV 162-1754	Kreslit osy otvorů	16,8	18,6	-
250	A 026	PSV 162-1754	Zarovnat a označit	44,0	9,6	-
260	A 026	PSV 162-1754	Zaoblit hranu, očistit	10,1	14,4	-
270	A 029	podpěry	Kontrolovat svary	-	-	-
280	A 029	podpěry	Kontrolovat rozměry	-	-	-

Výroba podsestavy: Čelo

Mezivozová čela patří svou hmotností i rozměry k menším podsestavám HS. Přesto je jejich sestavování náročné díky vysokému počtu vstupujících dílů. Ty jsou dovezeny ze skladu manipulačními vozíky. Nalícování a ustavení dílů je podpořeno 3-mi rozpěrnými šrouby ve dveřním otvoru. Svařování na pracovišti A 041 probíhá ručně metodou TIG. Před svařovacími operacemi jsou vždy plochy očištěny a odmaštěny nerezovým kartáčem a vytřeny do sucha. Stehové svary včetně zafrézování náběhu pro svaření se brousí ruční úhlovou bruskou. Na výrobním místě A 042 se případné nerovnosti po kontrole srovnají a čelo je upnuto do druhé polohy pro dovaření. Obrábění pomocí ručních brusek. Poslední operací je výstupní kontrola provedení svaru a rozměrová kontrola podle měrového listu. Díly je manipulováno jeřábem ve vedlejší výrobní lodi *Kran VÚ46*.

Číslo operace	Označení pracoviště	Číslo přípravku	Popis operace	Doba práce t_{AC} [Nmin]	Doba přípravy t_{BC} [Nmin]	Doba práce stroje t_S [Nmin]
10	A 041	PSV 161-0675	Lícovat ustavit a upnout	126,6	18,6	-
20	A 041	PSV 161-0675	Očistit svarové plochy, odmastit a vytřít do sucha	79,8	18,6	-
30	A 041	PSV 161-0675	Stehovat a svařit díly, očistit svařenec	148,8	18,6	-
35	A 041	PSV 161-0675	Zabrousit, okartáčovat	187,8	18,6	-
40	A 041	PSV 161-0675	Zabrousit svary	32,4	18,6	-
50	A 041	PSV 161-0675	Ustavit	64,8	28,2	-
60	A 041	PSV 161-0675	Očistit svarové plochy, odmastit a vytřít do sucha	53,4	9,6	-
63	A 041	PSV 161-0675	Nastehovat a očistit	7,1	18,6	-
65	A 041	PSV 161-0675	Zabrousit stehové svary, okartáčovat, odmastit a vytřít do sucha	93,6	18,6	-
70	A 041	PSV 161-0675	Svařit a očistit	59,3	18,6	-
80	A 041	PSV 161-0675	Zabrousit vyznačené svary	37,2	18,6	-
90	A 042	PSV 161-0674	Odepnout a ustavit do polohy pro dovaření	75,0	28,2	-
100	A 042	PSV 161-0674	Svarové plochy očistit, odmastit a vytřít do sucha	43,8	9,6	-

Číslo operace	Označení pracoviště	Číslo přípravku	Popis operace	Doba práce t_{AC} [Nmin]	Doba přípravy t_{BC} [Nmin]	Doba práce stroje t_S [Nmin]
103	A 042	PSV 161-0674	Nastehovat pro dovaření ve druhé poloze	9,4	18,6	-
105	A 042	PSV 161-0674	Vybrousit náběhy stehu, odmastit a vytřít do sucha	65,4	18,6	-
110	A 042	PSV 161-0674	Svařit a očistit	92,4	18,6	-
120	A 042	PSV 161-0674	Zabrousit svary do roviny	46,8	18,6	-
130	A 040	podpěry	Odepnout zajistit nerovnosti, rovnat obložení	53,4	18,6	-
140	A 040	podpěry	Označit podle výkresu	2,2	9,6	-
150	A 040	podpěry	Kontrola provedení svaru a rozměrová kontrola	-	-	-

Výroba podsestavy: **Střecha**

Střecha vozu je nejzajímavější podsestavou HS. Celkem je kompletována na 6-ti pracovištích což znamená největší dispoziční zatížení pro díly HS vůbec. Díly střechy přivážené ze skladu svojí délkou předurčují k přepravě jeřáb Kran VÚ38. V prvním přípravku na pozici A C11 jsou postupně spojovány pravá a levá vaznice svařovacím automatem CLOOS CAT/2LB/180° metodou MIG.

Oboustranné svařování vyžaduje při mezioperaci použít otáčecí přípravek *Rotomax*. Kontrola svarů probíhá už na odkladové ploše A 011. Z té se hotové vaznice odeberou pro další zpracování na místo A C12. Příčně jsou ze spodní strany střechy ustaveny kružiny (14ks). Ty se postupně navařují k pravé a levé vaznici střechy.

K jednomu kusu levé a pravé vaznice se do přípravku PSV 161-0672 ustaví pět dlouhých hliníkových profilů (viz obrázek 33. - *Ustavená střecha pro svařování na pracovišti A C12*), které se svaří po obou stranách. Kratší svary provedeny metodou TIG. Dokončení střechy se děje na pracovištích A 012 a A 013. Na A 012 jde o frézování ručními strojky a vyhotovení střešních otvorů včetně 60° úkosu.

Dokončovací pracoviště A 013 je určené především k dovaření zbývajících svarů ručně metodou TIG z obou stran střechy, proto je opětovně použit *Rotomax*.

Nástrojem k broušení svarů je úhlová bruska. Přísné kontroly vodotěsnosti svaru na A 013 jsou doplněny o vizuální 100% kontrolu v nepřístupných místech UV lampou. Na vícekapacitním odkladovém stanovišti A 014 vyčká střecha až do její potřeby k sestavení HS.



Obrázek 33. - Ustavená střecha pro svařování na pracovišti A C12

Číslo operace	Označení pracoviště	Číslo přípravku	Popis operace	Doba práce t_{AC} [Nmin]	Doba přípravy t_{BC} [Nmin]	Doba práce stroje t_S [Nmin]
20	A C11	PSV 162-701/2	Ustavit do přípravku	696,0	28,2	-
30	A C11	PSV 162-701/2	Očistit a odmastit svarové plochy	295,2	9,6	-
35	A C11	PSV 162-701/2	Stehovat	235,2	18,6	-
37	A C11	PSV 162-701/2	Zabrousit stehové svary	525,0	9,6	-
39	A C11	PSV 162-701/2	Očistit, odmastit a vysušit svarové plochy	73,8	9,6	-
40	A C11	PSV 162-701/2	Svařit MIG, očistit	88,8	150,6	88,8
50	A C11	PSV 162-701/2	Otočit, ustavit, předeprnout	199,2	28,2	-
60	A C11	PSV 162-701/2	Očistit svarové plochy	57,0	9,6	-
70	A C11	PSV 162-701/2	Svařit MIG, očistit	88,8	56,4	88,8
73	A C11	PSV 162-701/2	Kontrolovat svary	-	-	-

Číslo operace	Označení pracoviště	Číslo přípravku	Popis operace	Doba práce t_{AC} [Nmin]	Doba přípravy t_{BC} [Nmin]	Doba práce stroje t_S [Nmin]
75	A C12	PSV 161-0672	Ustavit do přípravku	357,6	28,2	-
80	A C12	PSV 161-0672	Upravit, vybrousit, vyfrézovat	1039,9	28,2	-
90	A C12	PSV 161-0672	Očistit, odmastit, vysušit svarové plochy	324,6	9,6	-
100	A C12	PSV 161-0672	Stehovat	169,2	18,6	-
110	A C12	PSV 161-0672	Ustavit do přípravku	806,4	28,2	-
120	A C12	PSV 161-0672	Očistit svarové plochy	556,2	9,6	-
130	A C12	PSV 161-0672	Stehovat a svařit	884,4	18,6	-
133	A C12	PSV 161-0672	Očistit po svařování	55,2	9,6	-
135	A C12	PSV 161-0672	Obrousit a zafrézovat stehové svary	907,8	9,6	-
138	A C12	PSV 161-0672	Očistit, odmastit a vysušit svarové plochy	220,8	9,6	-
140	A C12	PSV 161-0672	Svařit MIG	175,8	150,6	175,8
145	A C12	PSV 161-0672	Očistit, překartáčovat	104,4	9,6	-
150	A C12	PSV 161-0672	Kontrola vodotěsnosti vakuovou metodou	-	-	-
160	A 012	Podpěry	Převést na obráběcí centrum	63,6	18,6	-
185	A 012	Podpěry	Frézovat otvory	123,0	9,6	-
192	A 012	Podpěry	Obrousit	609,6	18,6	-
194	A 012	Podpěry	Očistit, odmastit, vysušit svarové plochy	126,6	9,6	-
196	A 012	Podpěry	Ustavit a nalícovat rámečky	1236,7	28,2	-
198	A 012	Podpěry	Stehovat a svařit	211,8	18,6	-
210	A 013	Podpěry	Ustavit, vybrousit drážky, srazit	1064,4	28,2	-
220	A 013	Podpěry	Stehovat, svařit, očistit	97,8	18,6	-
230	A 013	Podpěry	Otočit, svařit, stehovat	357,6	37,8	-
233	A 013	Podpěry	Očistit	24,6	9,6	-
234	A 013	Podpěry	Vyvrát otvory, srazit hrany	22,8	28,2	-
235	A 013	Podpěry	Obrousit, otočit, obrousit svary	1266,6	9,6	-
237	A 013	Podpěry	Vyhoblovat hrubý svár	807,0	9,6	-
239	A 013	Podpěry	Označit podle výkresu	3,5	18,6	-
240	A 013	Podpěry	Obrátit	39,0	18,6	-
242	A 013	Podpěry	Kontrolovat rozměry a vodotěsnost	-	-	-
245	A 013	Podpěry	Odmontovat vzpěry	85,2	10,2	-
250	A 013	Podpěry	Nýťovat maticové nýty	15,6	18,6	-

Výroba komponentu: **Nosník**

Je významnou částí podsestavy *Spodek*. Hliníkové profily jsou na pozici odkladovou plochu A 011 a na postavení A 027 přivázeny a do umístění do přípravku posunovány jeřábem v hlavní výrobní lodi *Kran VÚ38*. Na stojanech se profily opracují ručními strojkami. Po opracování jsou manipulovány na sestavení Spodku stanoviště A 023.

Číslo operace	Označení pracoviště	Číslo přípravku	Popis operace	Doba práce t_{AC} [Nmin]	Doba přípravy t_{BC} [Nmin]	Doba práce stroje t_S [Nmin]
25	A 027	podpěry	Rozměřit, frézovat ručními strojkami	1041,0	30,0	-
40	A 027	podpěry	Dolícovat, brousit úkosy vyseknout ostré rohy, srazit hrany	69,0	18,6	-

Výroba podsestavy: **Sekce bočnice – Malá**

Pro tento typ bočnice platí principiálně stejný technologický postup jako u jejího většího typu (dvouokenní).

Číslo operace	Označení pracoviště	Číslo přípravku	Popis operace	Doba práce t_{AC} [Nmin]	Doba přípravy t_{BC} [Nmin]	Doba práce stroje t_S [Nmin]
5	A 031	PSV 161-0673 A/B	Očistit svarové plochy	24,6	18,6	-
10	A 031	PSV 161-0673 A/B	Založit a upnout díly	25,2	28,2	-
25	A 031	PSV 161-0673 A/B	Předeříkat plamenem kontrolovat teplotu	31,8	18,6	-
30	A 031	PSV 161-0673 A/B	Stehovat a svařit nechat vychladnout a očistit	401,0	18,6	-
50	A 031	PSV 161-0673 A/B	Zabrousit svary a vyleštlit lamely	166,8	18,6	-
60	A 032	Podpěry	Přesunout, kontrolovat sekci, založit do stojanu	46,8	18,6	-
70	A 032	Podpěry	Kontrolovat svary kapilární metodou	-	-	-
80	A 032	Podpěry	Zabrousit sekci, srazit ostří	93,6	18,6	-
90	A 032	Podpěry	Odvrtat trhliny, vybrousit, odmastit svarové plochy	187,8	18,6	-
100	A 032	Podpěry	Svařit, očistit, kontrola	75,0	18,6	-

Příloha 5. - Rozdělení počtu pracovníků pro jednotlivé operace, v závislosti na čísle technologického kroku a příslušného pracoviště komponentu

Rozdělení počtu pracovníků pro jednotlivé operace -
1.část

		Komponenty vozů Metro a k nim příslušná pracoviště									
		Spodek			Střecha				Hrubá stavba		
		A 023	A 024	A 025	A C11	A C12	A 012	A 013	A 050	A 051	A 052
Číslo operace	10	3									
	13								4		
	20				4				4		
	30	3			1				3		
	35				1						
	37				1						
	39				1						
	40	1			3				1		
	50	1			4				3		
	51								1		
	52								4		
	55								4		
	60	3			1				3		
	63								3		
	65								1		
	67								1		
	70	1			3				4		
	73				1						
	75						4				
	80	3					4				2
	90	3					4				4
	100	3					4				2
	105										1
	107										1
	110	3					4				3
	120	4					4				1
	125										
	130	3					4				1
	133						1				
	134										4
	135						4				1
	138						1				
	140	3					3				3
	145						1				
	150	3					1				
	155										3
160	3						4			1	
170	3									3	
180	3									1	
185							1				

	190	3									
	192						4				
	194						1				
	196						4				
	198						1				
	200	1									
	210	1						4			
	220	2						1			
	230	1						4			

Rozdělení počtu pracovníků pro jednotlivé operace -
2.část

		Komponenty vozů Metro a k nim příslušná pracoviště									
		Spodek			Střecha				Hrubá stavba		
		A 023	A 024	A 025	A C11	A C12	A 012	A 013	A 050	A 051	A 052
Číslo operace	233							1			
	234							1			
	235							4			
	237							4			
	239							1			
	240	1						4			
	242							1			
	245							1			
	250	1						1			
	260	3									
	270	1									
	280	4									
	285		4								
	310		2								
	320		1								
	330		1								
	340		1								
	350		1								
	360		1								
	380			4							
	390			4							
	400			4							
	410			4							
	420			4							
	430			4							
	440			4							
	450			4							
	460		4								
	470		1								
	490		1								
	500		1								

	505		1								
	510		3								
	520		1								
	530		1								
	540		1								

Rozdělení počtu pracovníků pro jednotlivé operace -
3.část

		Komponenty vozů Metro a k nim příslušná pracoviště									
		Příčník hlavní			Svařenec krajní				Svařenec střední		Nosník
		A 026	A 029	A 003	A 021	A 020	A 022	A 028	A 021	A 020	A 027
Číslo operace	→				1						
	↵				1						
	10				1						
	12				1						
	15				1						
	20	2			2				1		
	25	2									2
	30	2							2		
	35	2									
	40	2			3				3		2
	45				1				2		
	50	2			1				2		
	60	2			1				1		
	70	2			3				3		
	71				1						
	73				3						
	74								1		
	75	2			1						
	76								2		
	78									1	
	80	2				1				1	
	90	2					2				
	91		1								
	92		1								
	93		1								
	94		1								
	96		1								
	97	2									
	100	2					1			1	
	105	2									
	110	2					1				
	120						2				
	125			1							
	130			1			1				
	135						1				
	140	2					2				

	145	2									
	150	2					1				
	160	2					2				
	165	2					1				
	170	2					1				
	180	2					2				
	190	2					2				
	193						1				
	195						1				

Rozdělení počtu pracovníků pro jednotlivé operace -
4.část

		Komponenty vozů Metro a k nim příslušná pracoviště									
		Příčníc hlavní			Svařenec krajní			Svařenec střední		Nosník	
		A 026	A 029	A 003	A 021	A 020	A 022	A 028	A 021	A 020	A 027
Číslo operace	200	2					1				
	210			2			1				
	215	2									
	217	2									
	218	2									
	220	2					2				
	223						1				
	225						1				
	230	2					2				
	240	2					2				
	245	2					2				
	250	2						1			
	260	2									
	270		2								
	280		2								

Rozdělení počtu pracovníků pro jednotlivé operace -
5.část

		Komponenty vozů Metro a k nim příslušná pracoviště									
		Čelo			Sekce bočnice M		Sekce bočnice V		Panel spodní		
		A 041	A 042	A 040	A 031	A 032	A 031	A 032	A 021	A 003	A 020
Číslo operace	5				1		2				
	10	2			2		2		1		
	20	2							2		
	25				1						
	30	2			1		2		2		
	35	2							2		
	37								1		
	40	2					2				

	45								1	
	50	2			1					1
	60	2				2	1			
	63	2								
	65	2								
	70	2				1		2		
	80	2				1		1		
	90		2			1		1		
	100		2			1		1		
	103		2							
	105		2							
	110		2					1		
	120		2							
	130			2						
	140			1						
	150			1						

Příloha 6. - Využití transportních zařízení (jeřábů) na jednotlivých pracovištích

Využití manipulačního zařízení Rotomax

		Komponenty pro sestavení hrubé stavby vozů Metro a k nim příslušná pracoviště							
		Nosník	Svařenec střední	Spodek			Panel spodní	Střecha	
		A 027	A 021	A 023	A 025	A 024	A 021	A C11	A C12
Číslo operace	20						X		
	25	X							
	50		X					2 X	
	74		X						
	110								3 X
	140			X					
	210								X
	230								X
	240								X
	280			X					
	380				X				
	460					X			
	510					X			

Využití transportního zařízení Kran VÚ 46

		Komponenty pro sestavení hrubé stavby vozů Metro a k nim příslušná pracoviště								
		Příčník hlavní			Čelo		Bočnice Malá		Bočnice Velká	
		A 026	A 029	A 003	A 042	A 040	A 031	A 032	A 031	A 032
Číslo operace	20	1x	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	3x	-	-
	70	-	-	-	-	-	-	1x	3x	-
	90	1x	-	-	1x	-	-	-	1x	-
	91	-	1x	-	-	-	-	-	-	-
	97	1x	-	-	-	-	-	-	-	-
	110	1x	-	-	1x	-	-	-	-	-
	125	-	-	1x	-	-	-	-	-	-
	130	-	-	1x	-	1x	-	-	-	-
	140	1x	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	1x	-	-	-	-
	200	1x	-	-	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	1x	-	-	-	-	-	-
	215	1x	-	-	-	-	-	-	-	-
	260	1x	-	-	-	-	-	-	-	-

Využití transportního zařízení Kran VÚ 38 - 1.část

		Komponenty a podsestavy pro sestavení hrubé stavby vozů Metro a k nim příslušná pracoviště															
		Spodek			Nosník	Svařenec střední		Svařenec krajní		Panel spodní		Střecha				Hrubá stavba	
		A 023	A 024	A 025	A 027	A 021	A 020	A 021	A 022	A 021	A 020	A C11	A C12	A 012	A 013	A 050	A 052
Číslo operace	→							1x									
	10	4x															
	20							1x		1x		2x				14x	
	25				4x												
	30					3x											
	37									1x							
	40				2x												
	50					1x		1x			1x	1x				2x	
	51															1x	
	55															1x	
	63															1x	
	70															1x	
	71							1x									
	73											1x					
	74					1x											
	75							1x					2x				
	78						1x										
	80	2x															
	90								1x								
	100						1x										
	110												3x				
	120								1x								
	134																1x
	140	1x															
	160													1x			
	165								1x								

	180								1x								1x
	190	1x															
	210														1x		

Využití transportního zařízení Kran VÚ 38 - 2.část

		Komponenty a podsestavy pro sestavení hrubé stavby vozů Metro a k nim příslušná pracoviště															
		Spodek			Nosník	Svařenec střední		Svařenec krajní		Panel spodní		Střecha				Hrubá stavba	
		A 023	A 024	A 025	A 027	A 021	A 020	A 021	A 022	A 021	A 020	A C11	A C12	A 012	A 013	A 050	A 052
Číslo operace	230														1x		
	235														1x		
	240														1x		
	245								1x								
	280	1x															
	380			1x													
	460		1x														
	510		1x														

Příloha 7. – Rozměry pracovišť

Komponent	Označení pracoviště	Funkce	Počet ploch	Rozměr pracovišť		
				Délka [m]	Šířka [m]	Plocha [m ²]
Frézka	A 003	AXA - Frézka	1	10	7	70
STR	A C11	vaznice	2	24	5	120
	A C12	svařování střechy	1	24	6	144
	A 011	odkladová plocha	1	22	5	110
	A 012	dokončení střechy	1	24	6	144
	A 013	dokončení střechy	1	24	6	144
	A 014	odkladová plocha	1	22	5	110
SPO	A 023	sestava spodku	1	23	6	138
	A 024	sestava spodku	1	23	6	138
	A 025	dokončení spodku	1	21	6	126
SBM,SBV	A 030	odkladová plocha	1	6	6	36
	A 031	svařování bočnic	2	8	6	48
	A 032	dokončení bočnic	2	6	6	36
ČEL	A 040	odkladová plocha	1	5	5	25
	A 041	svařování čel	2	6	6	36
	A 042	dokončení čel	1	6	6	36
NO	A 027	nosník (podélník)	1	20	5	100
SVK	A 020	odkladová plocha	1	10	5	50
	A 021	desky spodku	1	10	4	40
	A 022	svařenec krajní	2	10	6	60
	A 028	odkladová plocha	2	10	5	50
HP	A 026	hlavní příčník	2	5	3	15
	A 029	odkladová plocha	1	5	3	15
HS	A 050	sestava skříně	1	24	8	192
	A 051	svařování skříně	1	32	10	320
	A 052	dokončení skříně	1	23	6	138

Historie a současnost podniku Siemens Kolejová vozidla s.r.o

Výroba kolejových vozidel má v Čechách tradici téměř 150 let. Historie společnosti SKV se začíná odvíjet již ve druhé polovině 18.st., kdy František Ringhoffer založil v Praze mědikoveckou dílnu. Následující generace Ringhofferů pokračovaly v tradici a po první průmyslové revoluci na počátku 19.st. má prosperující firma dostatek zakázek v podobě výroby vagónů pro rychle se budující železnice.

Ve druhé polovině 19. st. již měla jeho firma s obchodním názvem "Stavba strojů a železničních vagónů" v Praze na Smíchově řadu dílen, především strojírnou, slévárnu, nebo kovárnu. Počet zaměstnanců se v té době přehoupl přes 2000 a výroba se zaměřila na výrobu osobních (16642 ks), nákladních i služebních vagónů.

První motorové vozy se začaly vyrábět roku 1891, jednalo se o kolejová vozidla tramvajová, jejichž počet dosáhl do roku 1911 téměř tisíce vyrobených kusů. Do té doby se vyráběly vozy pouze pro tramvajovou koňskou dráhu.

22.1.1911 se firma stává akciovou společností s obchodním názvem Ringhofferovy závody a.s., továrna začíná být jedním z nejvýznamnějších výrobců tramvají.

V roce 1937 mění nejen název, na Ringhoffer-Tatra a.s. pod kterým působí až do konce II. SV. války, již dříve (1923) podnik rozšiřuje právě připojením továrny Tatra Kopřivnice, Česká Lípa, Kolín a vagónky Studénka.

Roku 1945 po znárodnění se vytváří podnik Tatra, který pod sebou sdružuje celkem šest závodů (Kopřivnice, Studénka, Smíchov, Kolín, Česká Lípa a Poprad).

Po roce 1949 vzniká ze závodu na Smíchově národní podnik Vagónka Tatra Smíchov. Právě zde se začíná v 50-tých letech 20.st. výroba prototypu první série čtyřnápravových tramvají s označením T1. V roce 1955 vyrobí národní podnik prototyp vylepšeného vozu s označením T2. V roce 1960 následuje vůz T3, který později proslaví závod téměř po celém světě. Po jeho začlenění do strojírenského podniku ČKD (Českomoravská-Kolben-Daněk) vznikají tři části výroby kolejových vozidel ČKD Tatra, ČKD Lokomotivka a ČKD Trakce. Tím se v Československu stává jedním z největších podniků. Firma přebírá výrobu tramvají z NDR.

První prototyp souprav pro pražské metro R1 byl vyroben v roce 1971, k jeho uvedení do provozu po zahájení provozu metra v roce 1974 však nikdy nedošlo. Roku 1973 bylo přes velmi dobré hodnocení českých vozů dodáno 6 vozů sovětských souprav EČS, o jejichž nákupu se rozhodlo již v roce 1971. Ty tak jako první mohly projet trasu metra linky C v úseku Kačerov – Sokolovská.

Úkolem tehdejšího podniku bylo zajistit centrální zásobování oblastí východní Evropy a Asie tramvajemi a dieselelektrickými lokomotivami. Poptávka výrazně převyšovala možnosti výroby, a proto roku 1978 se začalo s výstavbou nového závodu ČKD Tatra na Zličíně.

Na konci 80. let 20.st. vyrobí podnik přes 24000 tramvají a okolo 17000 lokomotiv, které jsou z velké části stále ještě v provozu.

Naprostý prvotní kolaps trhu v roce 1989 znamenal vážné problémy pro všechny "mamutí" závody a týkal se také ČKD. Ekonomické problémy donutily společnost ke sdružení tří podniků (ČKD Tatra, ČKD Lokomotivka a ČKD Trakce) pod hlavičku firmy ČKD Dopravní systémy a.s., ke kterému došlo k 1.1.1997

Po třech letech 1.1.2000 nevyhnutelně končí firma v konkursu. Po proběhnutí výběrového řízení je ke dni 8.10.2001 uzavřena kupní smlouva, na základě které se koncern Siemens AG stává 100% vlastníkem vybraných aktiv úpadce ČKD Dopravní systémy a.s. a nabízí asi 800 pracovních příležitostí. Aktiva se týkají především výroby kolejových vozidel v Praze na Zličíně, včetně veškerých technických a konstrukčních podkladů.

Struktura a zaměření firmy

Společnost Siemens se v současné době stává jednou z největších elektronických a elektrotechnických společností na světě. Předností firmy je široký vývojový a výrobní záběr, což představuje komparativní výhodu zejména v oblasti konvergujících technologií u velkých systémů a projektů. Siemens působí ve více než 190 zemích, kde přes 450 000 pracovníků vyvíjí a vyrábí produkty, systémy a řešení v tématických oblastech informací a komunikací, automatizace a řízení, energetiky, zdravotnictví, osvětlení, součástek, domácích spotřebičů a v neposlední řadě i dopravy. Právě do oblasti dopravy a divize Transportních systémů (TS) patří pobočka:

Siemens kolejová vozidla s.r.o (SKV) v České republice se sídlem společnosti Praha – 5, Ringhofferova 115, PSČ 155 21. Ta je dodavatelem kolejových vozidel pro městskou hromadnou dopravu, jako i pro dopravu příměstskou a dálkovou.

Milníkem v rozvoji Siemens v České republice bylo získání aktiv ČKD Dopravní systémy a.s., které se uskutečnila v říjnu 2001, čímž mohla společnost Siemens, divize Transportation Systems (TS) rozšířit své zastoupení ve východní Evropě o podíl a o know-how podniku s letitou tradicí ve výrobě kolejových vozidel. S jejich využitím Siemens buduje v Praze Zličíně komplexní centrum pro výrobu kolejových vozidel, včetně vývoje pro střední a východní Evropu a další trhy s podobným zákaznickým spektrem. V tomto kompetenčním centru zaměstnává firma Siemens Kolejová vozidla s.r.o 800 zaměstnanců. V současné době se zde vyrábí mimo jiné další série vlaků pro hlavní město Prahu. Od 1.února 2002 je jediným vlastníkem společnosti SKV s.r.o firma Siemens.

Firma citlivě oddělila nový výrobní program od nutných dodávek náhradních dílů pro vozy starší výroby. Ty se vzhledem ke kusové výrobě nutných dílů ukazovaly jako nerentabilní. Proto dala firma dispoziční práva pro užívání dokumentace pro potřeby oprav, údržby i modernizace bezplatně k dispozici několika dopravním podnikům, které jsou rozhodujícími vlastníky vozidel. SKV se může plně soustředit na výrobu nových moderních kolejových vozidel a strategické aktivity.

Divize Transportních systémů se zaměřuje na:

- výrobu osobních vozů tramvají a metra
- výrobu lokomotiv a trakčních jednotek
- automatizace městské, příměstské a dálkové dopravy
- komplexní systémy na klíč a integrované služby v oblasti kolejové dopravy
- elektrické systémy pro automobily

Získaná aktiva a know-how společnosti ČKD jsou základem společnosti SKV

- znalost a dlouhodobé vazby na východní trhy a odbytová teritoria
- letité zkušenosti s robustními, jednoduchými a spolehlivými tramvajemi ocelové konstrukce, velmi odolnými vůči nepříznivým podmínkám
- zkušenosti se stejnosměrnými pohony vozidel s IGBT – technikou stejnosměrných měničů
- znalosti speciálních norem a předpisů s možností provádění zkoušek a registrace
- řízení projektu a výroba kompletních vozidel metra M1.

Stěžejní obchodní aktivity společnosti SKV jsou doplněny o činnosti, obrovský záběr a potenciál společnosti Siemens, mezi které patří:

- výroba kompletních vozidel M1 pražského metra
- výroba vozidel hliníkové konstrukce typu "VAL"
- výroba hliníkových dílů vozů "DESIRO"
- výroba kompletních vozidel ocelové konstrukce:
 - tramvaje (těžiště typů ČKD)
 - železniční vozy pro osobní přepravu
- výroba velkoplošných mechanických komponentů pro kolejová vozidla hliníkové i ocelové konstrukce, až ke kompletním hrubým stavbám
- vývoj a výroba pulsních měničů (chopperů) pro stejnosměrné (DC) pohony vozidel, především pro renovace vozidel všech typů.

Historie Metra

Nejmladším z dopravních prostředků, které zajišťují v Praze městskou hromadnou dopravu je podzemní dráha - metro. Je v provozu od roku 1974, ale přesto má starší historii, i když jde jenom o neuskutečněné projekty a představy.

První ideový návrh na pražskou podzemní dráhu předložil Ladislav Rott ze známé pražské železářské rodiny. Už 2.června 1898 vyzval pražskou městskou radu, aby využila příznivých podmínek daných výstavbou kanalizační sítě a asanací Starého Města a současně zahájila výstavbu podzemních drah. Stanovisko Elektrických podniků, které se měly k věci vyjádřit, bylo stručné. V Praze na něco takového není možné ani pomyslet...



Druhý návrh pochází z roku 1912. Předložil ho v Praze městský inženýr B. Ondráček. Celý projekt, který vlastně představovala podzemní tramvajová trať z Václavského náměstí k Rudolfinu, řešený ve dvou variantách, byl zveřejněn také v časopise Technický přehled samosprávný. Není známo, že by se jím někdy vážně zabývala městská rada nebo dokonce Elektrické podniky.

Velký rozvoj hromadné dopravy v Praze v polovině 20. let 20. století přiměl mnohé odborníky, aby se opět zabývali myšlenkou převést hromadnou dopravu do podzemí. Nejznámější návrh předložili v závěru roku 1926 inženýři Bohumil Belada a Vladimír List, kteří také zřejmě jako první u nás použili pojem „Metro“.

Návrh nebyl přijat, ale přece jen zřejmě dal autory očekávaný „první impuls“, aby se budoucnost pražské městské hromadné dopravy začala vhodným způsobem řešit.

V následujících letech se zrodilo několik důležitých studií, na kterých se už nepodíleli jen jednotlivci, ale celé týmy odborníků předních významných národohospodářských podniků, které měly o podobné obrovské stavby pochopitelně eminentní zájem.

Už tehdy se však střetávaly dvě zásadní koncepce

- samostatná podzemní dráha (metro)
- podpovrchová tramvaj (běžná pouliční dráha převedená ve vybraných úsecích do podzemí).

Intenzivní studijní a projekční činnost vyvrcholila zadáním generálního projektu podzemní dráhy konsorciu předních stavebních a strojírenských firem. Byla ustavena samostatná Projekční kancelář podzemní dráhy a projekční práce kupodivu zpočátku nenarušila ani druhá světová válka.

V roce 1941 byl připraven podrobný projekt tratě A z Dejvic na Pankrác a rámcový projekt tratí B (Holešovice - Flora) a C (Smíchov - Vysočany). Bylo možné zahájit výstavbu. V roce 1943 se ale práce na projektu zcela zastavily. Ekonomická situace po válce nedovolila připravený projekt využít. Přesto se po mnoho let vytvářely různé další studie, které skutečné efektivní řešení problematiky pražské městské hromadné dopravy jen neustále oddalovaly. Nakonec se ale dopravní odborníci v zásadě vždy vraceli k již osvědčeným, dříve navrženým směrům podzemních tratí, které v centru Prahy vytvářely známý „pražský trojúhelník“.

Počátkem šedesátých let byla přijata koncepce, podle které bude základem hromadné dopravy v Praze tramvajová síť, která bude v nejzatíženějších úsecích převedena pod zem. Návrh sítě byl rozpracován v tzv. „Investiční studii“, kterou 2.června 1965 potvrdilo vládní usnesení č.239. K realizaci byla jako první navržena část tratě C mezi Hlavním nádražím a Pankrácem.

Dne 7.ledna 1966 byly v Opletalově ulici slavnostně zahájeny přípravné stavební práce na prvním úseku podpovrchové tramvaje. Vlastní výstavba první stanice (Hlavní nádraží) započala 15.března 1967. Ještě týž rok ale přinesl zásadní změnu koncepce. 9.srpna 1967 rozhodla československá vláda svým usnesením, č.288, že se v Praze nebude stavět podpovrchová tramvaj, ale metro. Probíhající práce se však nesměly přerušit a probíhaly dál za současného vypracování zcela

nové projektové dokumentace, která zásadně měnila dosavadní řešení. Oproti původní koncepci podpovrchové tramvaje bylo nutné řešit také veškeré další technologické zázemí nového dopravního systému, včetně vozového parku, a tím i prvního depa na Kačerově. Současně bylo nutné vyřešit i zcela novou koncepci městské hromadné dopravy v hlavním městě.

První zkušební jízdy, samozřejmě bez cestujících, se začaly uskutečňovat od 5.května 1971, kdy bylo zahájeno ověřování prvních prototypů českých vozů metra označených R1.

Pravidelný provoz pražského metra byl slavnostně zahájen 9.května 1974. Zahájení pravidelného provozu metra znamenalo pro pražskou městskou hromadnou dopravu zásadní zlom. Byla zahájena přestavba sítě povrchové dopravy. U stanic metra vznikaly rozsáhlé terminály linek MHD i ČSAD. První úsek trati C měl provozní délku 6,603 km a bylo na něm celkem 9 stanic. Osm z nich bylo hloubených a jedna povrchová. V době zahájení se na lince C jezdilo jen "tří-vozovými" vlaky. Výstavba dalších tratí probíhala celkem rychlým tempem.

V roce 1978 zahájil provoz první úsek trati A mezi stanicemi Leninova (dnes Dejvická) a Náměstím Míru. Zde se původně jezdilo "čtyř-vozovými" vlaky. V roce 1980 byly obě trati prodlouženy a linka A dojížděla až do stanice Želivského a trasa C dosáhla rozsáhlého sídelního komplexu Jižního Města. V roce 1984 byla trať C prodloužena na svém severním konci do Holešovic.

Koncem roku 1985 byl dokončen první úsek tratě B, čímž byla postavena základní síť tří tratí s přestupními uzly ve stanicích Sokolovská (dnes Florenc), Můstek a Muzeum. V další etapě byly tratě postupně prodlužovány k okraji města. 11.11.1994 byl uveden do provozu úsek mezi stanicemi Nové Butovice a Zličín na trati B. V roce 1998 byla otevřena tato trasa až do stanice Černý Most se stanicemi Vysočanská, Kolbenova, Hloubětín, Rajská zahrada a Černý Most. Stanice Kolbenova a Hloubětín byly dobudovány během provozu do roku 2001.

Příloha 9. – Podrobný obsah jednotlivých druhů spotřeb času

Z uvedeného základního rozdělení druhů spotřeb času jsou pro účely podrobnějšího rozboru významné tři dílčí soustavy třídění spotřeb času:

- a) třídění spotřeby času pracovníka na operaci
- b) třídění spotřeby času pracovníka ve směně
- c) třídění spotřeby času výrobního zařízení na operaci

Obsah jednotlivých druhů spotřeb času je následující:

čas jednotkové práce t_{A1} :

čas spotřebovaný k vykonání všech pracovních úkonů v jedné operaci; například při obrábění upnuté součásti, zasetí nástrojem do řezu, vlastní frézování, vyjetí nástrojem z řezu, vyjmutí součásti, kontrola rozměrů po dané operaci, očištění přípravku, tj. úkony pravidelné, ale i úkony nepravidelné, jako například výměna otupeného nástroje

čas jednotkových obecně nutných přestávek t_{A2} :

doba určená pro oddech pracovníka, jejíž spotřeba vyplývá z jednotkové práce (např. velmi namáhavé operace, po které nestačí běžný oddech); vyskytuje se ojediněle

čas jednotkových podmíněně nutných přestávek t_{A3} :

doba pracovníkovy nečinnosti, jejíž potřeba vyplývá z dané úrovně techniky a organizace práce (např. čas čekání na doběhnutí automatického chodu stroje)

čas dávkové práce t_{B1} :

je časem pracovních úkonů nutných k uskutečnění operace na celé výrobní dávce; je platný vždy pro jednu dávku a patří sem úkony k přípravě operace (převzetí a studium dokumentace, opatření nářadí, seřízení stroje) a k zakončení práce na celé dávce (odvedení práce, odevzdání nářadí, očištění stroje)

čas dávkových obecně nutných přestávek t_{B2} :

je časem pro zvláštní oddech pracovníka u fyzicky namáhavých prací při zpracování jedné dávky; vyskytuje se ojediněle

čas dávkových podmíněně nutných přestávek t_{B3} :

je časem přestávek vyplývajících z dané úrovně techniky a organizace při dávkové práci, např. čekání na jeřáb k vyzvednutí velkého přípravku, při odstrojování stroje apod.

čas směnové práce t_{C1} :

kupříkladu to může být čas uspořádání pracoviště na počátku směny a jeho úklid na konci směny, pravidelné mazání stroje během směny apod.

čas směnových obecně nutných přestávek t_{C2} :

doba přerušení práce na přirozené potřeby, čas přestávky na jídlo apod.

čas směnových podmíněně nutných přestávek t_{C3} :

čas přestávek vyplývajících z úrovně techniky a organizace, např. čas na zahřátí přesného stroje před započítím práce

Tabulka 10. - Původní stav - Intenzita materiálového toku

Množství [ks/rok] Intenzita [t/rok / m]	Číslo pracoviště																						
	A 003	A C11	A 012	A C12	A 013	A 020	A 021	A 022	A 023	A 024	A 025	A 026	A 027	A 028	A 029	A 031	A 032	A 040	A 041	A 042	A 050	A 051	A 052
A 003	XXX					100 x PS 42,30 / 118						2 x 100 HP 36,80 / 216											
A C11		XXX		50 x ST 53,80 / 24																			
A 012			XXX		50 x ST 53,80 / 24																		
A C12			50 x ST 53,80 / 4	XXX																			
A 013					XXX																50 x ST 53,80 / 60		
A 020						XXX	100 x SVK 46,10 / 258	50 X SVS 42,3 / 24								100 x PS 42,3 / 174							
A 021	100 x PS 42,30 / 130					50 x SVS 42,3 / 12 100 x SVK 46,10 / 12	XXX																
A 022								XXX						100 x SVK 46,10 / 6									
A 023									XXX	50 x SPO 126,80 / 24													
A 024										XXX	50 x SPO 126,8 / 24										50 x SPO 126,80 / 48		
A 025										50 x SPO 126,80 / 24	XXX												
A 026	2 x 100 HP 36,80 / 216											XXX			2 x 100 HP 36,80 / 12								
A 027									100 x NO 34,90 / 6 100 x SVK 46,10 / 204				XXX										
A 028														XXX									
A 029							100 x HP 18,40 / 30					100 x HP 18,40 / 6			XXX								
A 031																XXX	300 x SBV 36,75 / 12 160 x SBM 12,24 / 12						
A 032																	XXX				300 x SBV 36,75 / 216 160 x SBM 12,24 / 216 80 x CEL 6,72 / 196		
A 040																		XXX					
A 041																			XXX	80 x CEL 6,72 / 6			
A 042																		80 x CEL 6,72 / 6		XXX			
A 050																					XXX	50 x HS 247 / 30	
A 051																						XXX	50 x HS 247 / 18
A 052																							XXX

Tabulka 11. - Intenzity materiálových toků - Optimalizovaný stav

Množství [ks/rok] Intenzita [t/rok / m]	Číslo pracoviště																						
	A 003	A C11	A 012	A C12	A 013	A 020	A 021	A 022	A 023	A 024	A 025	A 026	A 027	A 028	A 029	A 031	A 032	A 040	A 041	A 042	A 050	A 051	A 052
A 003	XXX					100 x PS 42,30 / 118						2 x 100 HP 36,80 / 24											
A C11		XXX		50 x ST 53,80 / 24																			
A 012			XXX		50 x ST 53,80 / 24																		
A C12			50 x ST 53,80 / 4	XXX																			
A 013					XXX																50 x ST 53,80 / 60		
A 020						XXX		100 x SVK 46,10 / 72	50 X SVS 42,3 / 18							100 x PS 42,3 / 96							
A 021	100 x PS 42,30 / 130					50 x SVS 42,3 / 12 100 x SVK 46,10 / 12	XXX																
A 022								XXX						100 x SVK 46,10 / 6									
A 023									XXX	50 x SPO 126,80 / 24													
A 024										XXX	50 x SPO 126,8 / 6										50 x SPO 126,80 / 12		
A 025										50 x SPO 126,80 / 6	XXX												
A 026	2 x 100 HP 36,80 / 24											XXX			2 x 100 HP 36,80 / 12								
A 027									100 x NO 34,90 / 6				XXX										
A 028									100 x SVK 46,10 / 96					XXX									
A 029							100 x HP 18,40 / 130					100 x HP 18,40 / 6			XXX								
A 031																XXX	300 x SBV 36,75 / 12 160 x SBM 12,24 / 12						
A 032																	XXX				300 x SBV 36,75 / 162 160 x SBM 12,24 / 162		
A 040																		XXX			80 x ČEL 6,72 / 162		
A 041																			XXX	80 x ČEL 6,72 / 6			
A 042																		80 x ČEL 6,72 / 6		XXX			
A 050																					XXX	50 x HS 247 / 30	
A 051																						XXX	50 x HS 247 / 18
A 052																							XXX
Úspora manipulace [t/rok / m]	- 36,80 / 192	X	X	X	X	X	X	46,10 / 186 + 18,40 / 100	42,30 / 6 46,10 / 108	- 126,80 / 18	- 126,80 / 18	- 36,80 / 192	X	X	X	- 42,3 / 78	X	X	X	X	- 126,80 / 36 36,75 / 54 12,24 / 54 6,72 / 34	X	X