Vysoká škola ekonomická v Praze

Fakulta managementu v Jindřichově Hradci

Diplomová práce

Milan Dusbaba 2007

Vysoká škola ekonomická v Praze

Fakulta managementu v Jindřichově Hradci

Katedra informatiky

Analýza informačního systému pro podporu rozhodování ve vybraném podniku.

Autor: Milan Dusbaba, Management informací

Vedoucí práce: Prof. RNDr. Černý Jan, DrSc.

Odborný konzultant: Doc. Dr. Ing. Voráček Jan, CSc.

Ing. Babák Jan

Jindřichův Hradec duben 2007

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci, na téma Analýza informačního systému pro podporu rozhodování ve vybraném podniku, vypracoval samostatně. Použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v přiloženém seznamu literatury.

V Jindřichově Hradci dne: 27.dubna 2007 Milan Dusbaba

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu práce, prof. RNDr. Černému Janu, DrSc., za jeho přívětivý přístup a ochotu, se kterou mi během celé práce poskytoval cenné rady. Za vzácné rady bych chtěl poděkovat i svým odborným konzultantům Doc. Dr. Ing. Voráčkovi, CSc. a Ing. Babákovi.

Anotace práce:

Tato práce, nazvaná, „**Analýza informačního systému pro podporu rozhodování ve vybraném podniku“,** předkládá náhled na vývoj Produkt lifecycle management aplikací. Diplomová práce seznamuje s digitální továrnou a její integrací ve firmě Škoda Auto a.s. Dále se zabývá přínosem nového systému pro rozhodování managerů. V závěru jsou předloženy dva návrhy na změny před zavedením systému v pobočných závodech společnosti Škoda Auto a.s.

Annotation:

This work, entitled “Analysis of an Information System for the Support of Decision-Making in a chosen Enterprise“, presents an insight into the development of applications connected with product lifecycle management. The thesis introduces us to a digital factory and its integration into Škoda Auto company. Further it deals with the contribution of the new system to managers´ decision – making. The conclusion presents two suggestions for changes to be made before the system is introduced in branch plants of Škoda Auto Company**.**

OBSAH:

OBSAH: **1**

ÚVOD **3**

1. DIGITÁLNÍ TOVÁRNA **5**

1.1. VYMEZENÍ POJMU DIGITÁLNÍ TOVÁRNA 5
1.1.1 Historický vývoj – cesta k digitální továrně *6*
1.2 PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT 6
1.2.1 MTM (Methods Time Measurment) analýza *9*
1.3 DŮSLEDKY DIGITALIZACE V PRŮMYSLOVÝCH PODNICÍCH 11
1.3.1 Snížení nákladů během životního cyklu výrobku *12*
1.3.2 Snížení rizik pří zavádění nového systému *14*
1.3.3 Celkové ekonomické přínosy digitální továrny *15*
1.4 VÝROBCI S PLM APLIKACEMI PRO AUTOMOBILOVÝ PRŮMYSL NA ČESKÉM TRHU 17
1.4.1 UGS *18*
1.4.2 IBM/Dessault Systemes *19*
1.5 SHRNUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI 20

2. ŠKODA AUTO A.S. **22**

2.1.1 Historie *22*
2.1.2 Současná situace *22*
2.2 VÝROBNÍ ZÁVOD V KVASINÁCH 23
2.2.1 Historie *23*
2.2.2 Současná situace *26*

3. DELMIA **27**

3.1 OBECNÉ SEZNÁMENÍ SE SYSTÉMEM DELMIA 27
3.2 HLAVNÍ OBLASTI SYSTÉMU DELMIA 30
3.2.1 Plánování výrobních procesů *30*
3.2.2 Definování, ověřování a optimalizace výrobních procesů *30*
3.2.3 Modelování a simulace výroby *32*
3.3 DŮVODY ZAVEDENÍ DPE 33
3.3.1 Problematika systémů integrovaných v DPE *34*
3.3.2 Problémy s přechodem na DPE *35*
3.4 TOK PRACOVNÍCH DAT V SYSTÉMU DPE 36
3.5 TVORBA TECHNICKÉHO PLÁNU 38
3.5.1 Tvorba struktury projektu a import produktových dat *39*
3.5.2 Tvorba operací a jejich provázání *41*
3.5.3 Hrubé taktování *42*
3.5.4 Prostorové zobrazení linky (layout) *45*
3.5.5 Kroky operací časová analýza *47*
3.5.6 Vkládání systémových elementů a dokumentace *48*
3.6 ANALÝZA HLAVNÍCH ROZDÍLŮ SYSTÉMU Z POHLEDU UŽIVATELŮ 49
3.6.1 SK-ZENTA *49*
3.6.2 Delmia *50*
3.6.2.1 DPE 51
3.7 CELKOVÝ PŘÍNOS PRO ROZHODOVÁNÍ MANAŽERŮ 54

4. POŽADAVKY NA SOFTWARE PŘED ZAVEDENÍM V POBOČNÝCH ZÁVODECH **56**

4.1 NÁVRH Č. 1 56
4.2 NÁVRH Č. 2 61

ZÁVĚR **66**

POUŽITÉ ZDROJE: **69**

SEZNAM TABULEK: **72**

SEZNAM OBRÁZKŮ: **72**

PŘÍLOHY: **73**

PŘÍLOHA Č.1 PLÁN VÝROBNÍHO ZÁVODU V KVASINÁCH 73
PŘÍLOHA Č.2 CERTIFIKÁTY Z PRAXE 74
PŘÍLOHA Č.3 OKNA HRUBÉHO TAKTOVÁNÍ 75
PŘÍLOHA Č.4 KLT PŘEPRAVKY 76
PŘÍLOHA Č.5 PŘÍKLADY GLT OBALŮ 77
PŘÍLOHA Č.6 PŘÍKLADY JIT OBALŮ 78
PŘÍLOHA Č.7 FOTKY VÝROBNÍ LINKY ROOMSTER V KVASINÁCH 79

ÚVOD

Počítačová podpora plánovacích, výrobních a montážních procesů je dnes běžný jev u moderních firem. Nejedná se o trend, ale o nutnost, která je dána dynamickým vývojem dnešního průmyslu a požadavkem rychlé reakce na přání zákazníka. V současné době, kdy jsou kladeny větší nároky na přesnost, spolehlivost a zároveň rychlost jak výroby, tak i jejího přípravného procesu, se bez počítačové podpory neobejde téměř žádná firma pohybující se v průmyslovém odvětví.

Tato práce, s názvem Analýza informačního systému pro podporu rozhodování ve vybraném podniku, se bude zabývat podrobnou analýzou systému DELMIA Process Engineer, který je součástí projektu Digitální továrna. Filozofií digitální továrny je vytvoření virtuálního (digitálního) světa. Jedná se o továrnu, která umožňuje sledovat výrobek v reálném čase na reálném místě, tzn. v jakémkoliv stádiu jeho "života". První fáze zavádění systému DELMIA Process Engineer ve firmě Škoda Auto a.s. byla realizována v oddělení Plánování montáže v Mladé Boleslavi. V současné době se připravuje zavedení softwaru v závodě v Kvasinách. V této práci se budu snažit popsat vzniklé problémy při zavádění tohoto systému v Mladé Boleslavi, problémy přechodu ze systému stávajícího (SK – Zenta) na systém DELMIA Process Engineer. Dále se zaměřím na vysvětlení problematiky integrace stávajících systémů (SK – Zenta, HLS a Lison) do DELMIA Process Engineer ve firmě Škoda Auto a.s. Po popsání systému a seznámení s ním zhodnotím systém a jeho dopad na rozhodování manažerů a vzhledem k tomu, že systém je v neustálém vývoji, uvedu návrhy na jeho zdokonalení před zavedením do praxe v kvasinském závodě. Návrhy jsou ve čtvrté kapitole a jsou výstupem z mé praxe, kterou jsem absolvoval v oddělení Plánování montáže v Mladé Boleslavi a v oddělení Logistiky v kvasinském závodě. V příloze č.2 jsou certifikáty potvrzující praxi v těchto odděleních.

Technologie digitalizace a integrace systému v jeden má odlišné přínosy pro jednotlivé řídící pracovníky podle příslušných rezortů jako jsou personální oddělení, logistika, výroba, technologie, obchodní oddělení, atd. Integrace komplexního systému do společnosti by měla přinést cenná data pro rozhodování managerů, které by se tím mělo stát efektivnější a přesnější, sdílení dat usnadnit komunikaci mezi rezorty a projektovými týmy. Diplomová práce s názvem, Analýza informačního systému pro rozhodování ve vybraném podniku, by měla přiblížit, nejen produkt Delmia Process Engineer a proces zavádění systému, ale také

výhody a přínosy pro jednotlivé řídící pracovníky a jejich oddělení, nastínit trendy ve vývoji systémů v oblasti digitalizace výroby.

Mým vlastním přínosem v této práci je práce rešeršní, kde jsem se snažil z dostupných zdrojů popsat digitální továrnu jako nový trend v průmyslové výrobě. Zachytil jsem zde i současné leadery v oblasti vývoje a prodeje nových systémů. Dále jsem ukázal tvorbu technického plánu, nastínil problémy spojené s implementací produktu v oddělení plánování montáže ve společnosti Škoda Auto a.s. a přidal jsem své vlastní zkušenosti s hodnocením rozdílů mezi starým a nově zaváděným systémem. Uvádím zde celkové možné přínosy digitální továrny pro managery a pracovní týmy. Doporučení na změny před zavedením systému v pobočných závodech jsou uvedeny v poslední kapitole. Navrhl jsem dvě řešení, která by měla zjednodušit a urychlit práci při zavádění nové výroby.

Cílem práce je analýza projektu digitální továrny ve firmě Škoda Auto a.s v Mladé Boleslavi. Zhodnocení přínosů projektu, přiblížit implementaci a navrhnout změny v softwaru Delmia před zavedením v pobočném kvasinském závodě. Zhodnotit přínos nové technologie pro rozhodování vedoucích pracovníků ve společnosti.

1. Digitální továrna

1.1. Vymezení pojmu digitální továrna

Přesné vymezení definice pojmu digitální fabrika,továrna (Digital Factory, Digitalefabrik, e-Plant , e-Factory, apod.) stále probíhá. Jako příklad jsem vybral dvě z možných definic:

Definice č.1

Digitální továrna může být obecně definována jako virtuální obraz reálné výroby v reálném čase, který zobrazuje výrobní procesy ve virtuálním prostředí. Slouží především k plánování, simulaci a optimalizaci sériové výroby složitých výrobků [15].

Definice č.2

Spolkem německých inženýrů (VDI – Richtlinie 4499) je digitální továrna definována takto: Digitální fabrika je zastřešující pojem pro rozsáhlou síť digitálních metod, modelů a nástrojů (včetně simulace a 3D-vizualizace), které jsou integrovány v rámci průběžného datového managementu. Cílem je komplexní a systémové plánování, projektování, ověřování a průběžné zlepšování všech důležitých struktur, procesů a zdrojů reálné továrny v souvislosti s jejími výrobky [11].

Definice č.3

Řešení, které podporuje průmyslovou výrobu počínaje plánovacími procesy přes spolupráci napříč spektrem strojírenských oborů, tzn. od návrhu až po vlastní výrobu. Toto řešení využívá nejlepší simultální procesy a umožňuje celkovou digitalizaci produktu. Digitální výroba je v podstatě integrovaný soubor nástrojů, který pracuje s produktovými daty pro podporu návrhu, vizualizaci, simulaci a jiné analytické nástroje nutné k optimalizaci výrobních procesů [13].

Filozofie Digitální továrny

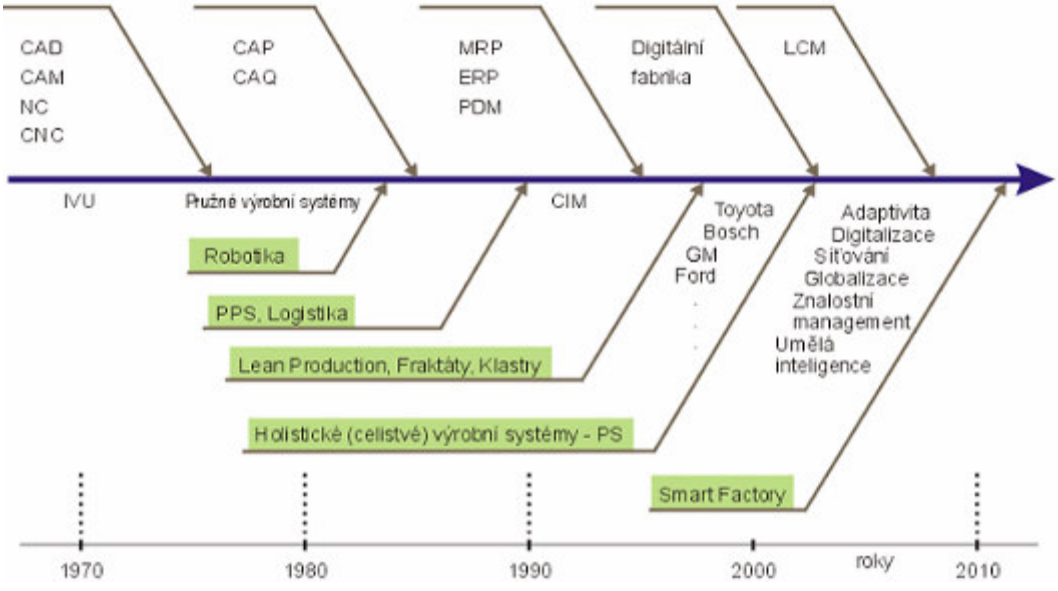
Digitální továrny integruje 3D data ze systémů CAD/CAM se systémy Product Data Management. Dále integruje systémy Enterprise Resources Planning, Supply Chain Management, Supply Relationship Management a v neposlední řadě jde o integraci systémů využívajících e-technologie. Spojením těchto všech systémů vzniká ucelený informační kanál, který umožňuje sledovat a simulovat výrobu a podporu výrobku od jeho vzniku na

designérském stole přes celou jeho výrobu, prodej a servis až do konce jeho "života". Systémy Enterprise Resources Planning, Supply Chain Management, Supply Relationship Management a e-technologie jsou systémy sloužící ke komunikaci jak s dodavateli, tak i s odběrateli na základě finančních poptávek či nabídek k účelům včasného naplánování výroby.

1.1.1 Historický vývoj – cesta k digitální továrně

Cesta k digitální továrně započala již v 80.letech minulého století (viz.obr.č.1). Za její počátek se nechá označit vývoj a užívání prvních CAD, CAM, atd. systémů. Historie propojení všech systémů a označení je za digitální fabriku je poměrně krátká. Začíná kolem roku 1998, kdy se navázalo na teorie CIM (Computer Integrate Manufacturing) a nových možností CAD/CAM a ERP systémů. V roce 2001 – 2003 probíhaly první studie proveditelnosti, prokazování výhodnosti a také vznikly první ucelenější programové balíky. Pilotní projekty probíhaly v rámci nejsilnějších firem v automobilovém a leteckém průmyslu. V roce 2004 – 2007 je zaznamenám velký rozmach metody digitalizace továrny do nových průmyslových odvětví jako jsou např. lodní průmysl, těžební průmysl a velké investiční celky [11].

Obrázek 1 - Cesta k digitální továrně



Zdroj: www.mechatronicscentre.eu/content/publications/019-Leeder-digi.pdf

1.2 Product Lifecycle Management

PLM (Produkt Life Management): tento termín zahrnuje soubor systémů od systému CAD,CAM,CAE ……, atd. viz tabulka č.1 Pojmová mapa PLM, přes řízení dat, vizualizaci, různé simulace výroby, až po systémy pro komunikaci se zákazníky a subdodavateli apod. PLM řešení v sobě sdružuje jak systémy, postupy a nástroje pro řešení problematiky přímo

svázané s realizací nového, případně inovovaného výrobku, tak systémy, nástroje a postupy pro zabezpečení správy vlastního digitálního obsahu. Integrální součástí PLM je přímá podpora ekonomických, účetních, správních a marketingových činností. Oblast **PLM** (**Product Lifecycle Management**) je v současné době nejkomplexnějším popisem správy životního cyklu výrobku v produkční sféře. Ve své podstatě rozšiřuje původní řešení **CIM** (**Computer Integrated Manufacturing**) o nové oblasti, které vycházejí z posílení orientace produkce na zákaznické potřeby. V současné době jsou digitální továrna a systémy DF nejdynamičtěji se rozvíjející částí v oblasti PLM. Podle zahraničních zdrojů se předpokládá jejich stálý roční růst kolem 12% až do roku 2007. Mezi významné uživatele systémů DF patří například společnosti Airbus, Audi, Bath Iron Works, BMW, Boeing, DaimlerChrysler, Fiat, Ford, GM, Kia Motors, Lockheed Martin, Mazda, Northrop Grumman, Opel, Peugeot, Renault, Saab, Siemens, Škoda Auto, Toyota, Volkswagen a další [10].

Pojmová mapa PLM

Při fyzickém řešení je kladen důraz na on-line provázanost jednotlivých procesů mezi firemními pobočkami, komunikaci se zákazníky, partnery a dodavateli bez ohledu na jejich umístění. Praktické komplexní nasazení (implementace) PLM řešení na všech úrovních podniku je velmi náročný a poměrně zdlouhavý proces vyžadující změny organizace činností, metodiky zpracování informací za cílem zvýšení jejich efektivity [7].

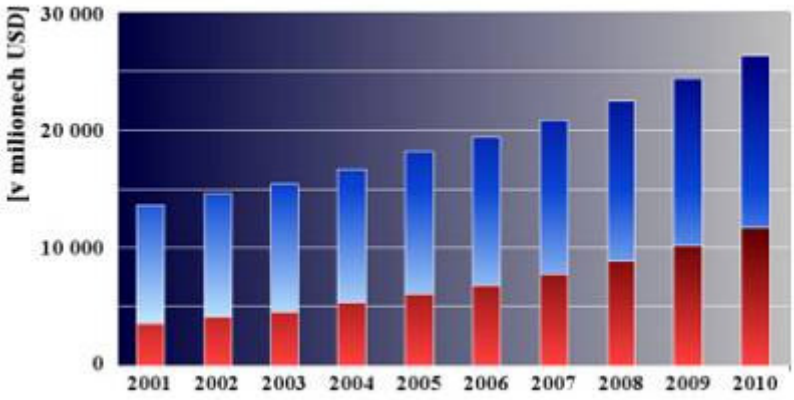
Tabulka 1 - Pojmová mapa PLM

Pojmová ma PLM	Stručný popis systému	Příklad produktů na trhu
CAD - Computer Aided Design (systémy pro zpracování konceptu návrhu a designu nového, případně inovovaného výrobku)	poskytují postupy a technologie řešící návrh geometrických a rozměrových charakteristik výrobku. Digitální popis výrobku může být realizován buď jako standardní 2D výkresová dokumentace, nebo jako 3D model definovaný pomocí objemů a ploch charakterizovaných nejčastěji pomocí rozměrových a geometrických parametrů.	AutoCAD, Inventor, SolidEdge, SolidWorks, NX, CATIA, Pro/Engineer
CAE - Computer Aided Engineering (systémy pro podporu inženýrských činností)	aplikace poskytují nástroje, které usnadňují technické výpočty a analýzy vedoucí k optimalizaci funkčnosti, geometrie a rozměrů nového, případně inovovaného výrobku v průběhu jeho návrhu. Do této oblasti patří také systémy pro řešení kinematických vazeb a pohybových studií. Tato systémy úzce souvisí s oblastí návrhu, optimalizace geometrie a určení mechanických vlastností nového, případně inovovaného výrobku.	MITCalc, CosmosMotion, EPLAN
CAM - Computer Aided Manufacturing (systémy pro počítačovou podporu výroby)	poskytují nástroje pro přípravu technologických operací realizovaných na obráběcích, tvářecích případně jiných typech produkčních strojů řízených jistým typem řídícího kódu. Geometrie výrobku pro návrh technologie může být převzata z CAD systémů, případně vytvořena přímo v integrovaném modeláři. Tato oblast úzce souvisí s problematikou CNC (Computer Numeric Control) strojů a DNC (Distributed Numeric Control) produkčních sítí.	SurfCAM, EdgeCAM, MasterCAM, SolidCAM
CAQ - Computer Aided Quality (systémy posilující řízení jakosti)	poskytují nástroje pro řízení kvality. Většinou se jedná o soubor datově provázaných programových modulů sloužících pro počítačovou podporu řízení kvality, pro pořizování a vyhodnocování dat z výroby, podporující oběh dokumentů a umožňující napojení na podnikové informační systémy prostřednictvím standardních forem.	Palstat CAQ, CAQ AG Factory Systems
CRM - Customer Relationship Management (systémy podporující přímou spolupráci se zákazníky)	posilují základní hybný proces celého výrobního a inovačního procesu a tím jsou zákaznické požadavky, připomínky a názory. CRM systémy zajišťují a posilují zpracování těchto informací s možností okamžitých analýz. Jedná se ve své podstatě o management zákaznických vztahů, vyhledávání poznámek ze schůzek, důležitých informací o zákaznících a příslušných dokumentů apod. Nejmarkantněji se potřeba nových nástrojů pro kontakt se zákazníky projevila se vznikem call center.	SAP CRM, Super Office, Siebel Insurance, Oracle Marketing
EAM - Enterprise Asset Management (systémy pro řízení údržby a správu podnikového hmotného majetku)	zaměřují především na minimalizaci celkových provozních nákladů souvisejících s provozem všech výrobních zařízení, na jejich maximální dostupnost pro výrobní operace a na prodloužení jejich životnosti. Systémy mají ve většině případů modulární stavbu pro řešení konkrétních problémů (majetek, záruky, optimalizace, kapacity apod.).	EMPAC, IMPACT XP, Datastream Systems MP5
ERP - Enterprise Resource Planning (podnikové plánování zdrojů)	je souborem aplikačních funkcí pro podporu analytických činností, finančního řízení, řízení lidských zdrojů, řízení logistiky a korporačních služeb. Systém umožňuje dále přehledně uchovávat finanční data společnosti a nabízí možnosti vytváření finančních přehledů pro vyhodnocování hospodaření společnosti.	SAP ERP, iScala, LCS Noris .NET
FEM - Finite Element Metod (systémy pro analýzy pomocí metody konečných prvků)	doplňují CAE systémy o analytické řešiče multifyzikálních úloh v mechanice, pružnosti pevnosti, akustice, termice, elektrostatice a celé řadě jiných oblastí. Tato systémy úzce souvisí s oblastí návrhu, optimalizace geometrie a určení mechanických vlastností nového, případně inovovaného výrobku.	COMSOL, MSC Nastran, MARC, ANSYS

Agentura CIMdata, která se zabývá problematikou PLM technologií a jejich vývojem, zveřejnila získaná data za rok 2005 i výhled v této oblasti pro následující roky. Průzkum ukazuje, že vývoj celosvětového trhu s PLM dosáhl k částce 18,1 miliardy dolarů, čímž si polepšil si o 8,7 %. Průzkum dělí „product lifecycle management“ na dvě větve: cPDM (Collaborative Product Definition Management) a PLM „Tools“, kam mimo jiné spadá

MCAD a fyzikální analýzy, který vloni zaznamenal vůbec největší nárůst investic (12,1 miliardy dolarů). Statistiky z CIM data tyto výsledky přiměly k optimistické předpovědi uvažující o dalším radikálním posilování významu PLM v průmyslu během následujících pěti let, kdy by měl celkový objem financí překonat hranici 26 miliard dolarů. Vývoj PLM řešení a jeho předpokládaný vývoj zachycuje obr. č.2 [9].

Obrázek 2 - Graf - Celkový růst PLM řešení, očekávaný vývoj



[červeně: cPDM řešení / modře: další nástroje]

Zdroj: CIMdata

PDM - Product Data Management (nástroje pro správu dat o výrobku) poskytují samostatné nebo integrované prostředky pro archivaci, výměnu a analýzu digitálního obsahu. Propojují mezi sebou datové výstupy z jednotlivých aplikací a umožňují verifikaci jejich variant. Součástí PDM systémů jsou nástroje pro podporu schvalovacího řízení. Data jsou v PDM systémech analyzována nejčastěji pomocí uživatelsky definovaných atributů na úrovni návrhu nebo použitých technologií. V tomto specializovaném informačním systému určeném pro podporu řízení procesu vývoje a zahájení výroby průmyslového výrobku jsou uchovávána všechna data počínaje projektovou dokumentací a zápisy z výrobních porad konče.

1.2.1 MTM (Methods Time Measurment) analýza

MTM analýza je součástí ergonomického modulu, který patří do PLM řešení. MTM analýza je racionalizační metodou, která spojuje časové a pohybové výzkumy s normováním spotřeby času pomocí normativů pohybů. Každá pracovní operace se rozkládá na základní pohyby potřebné pro její realizaci. Základem je metoda a čas.

Definice MTM: "Metoda, kterou lze každou ruční práci rozložit do základních pohybů, které jsou k jejímu provedení nutné. Každému základnímu pohybu je předem stanovena normovaná časová hodnota určená jeho povahou a vlivy, jež na jeho provedení působí."[16].

Metodu lze použít pouze pro analýzu manuálních pracovních postupů, nelze ji použít pro stanovení času běhu stroje. Práce se sestává ze série pohybů logicky vykonávaných v určitém pořádku, aby byl dosažen žádaný efekt pracovní operace. Pomocí této metody lze sestavit pracovní postupy. Každému pohybu je určen čas předem, takže není závislý na pracovníkovi, ale jeho hodnota odpovídá průměrnému pracovníkovi. Při analýze jsou rozeznávány pohyby ruky, prstů, těla a nohou.

Časové hodnoty jednotlivých pohybů jsou velmi malé, proto metoda využívá vlastní časovou míru TMU (Time Measurement Unit). Tato jednotka je odvozena od rychlosti použité filmové kamery při získávání podkladů pro studium jednotlivých pohybů. Použitá rychlost byla 16 snímků za 1s, čas 1 snímku tedy byl 1/16s, nebo 0,0010417 nebo 0,00001737 hodiny. Plná využitelnost této metody je závislá na dokonalé analýze pohybu. Popis pohybu textem by byl příliš zdlouhavý a nepřehledný. Proto analýza používá symboly, které umožňují rychlý analytický popis a také mezinárodní srozumitelnost [16].

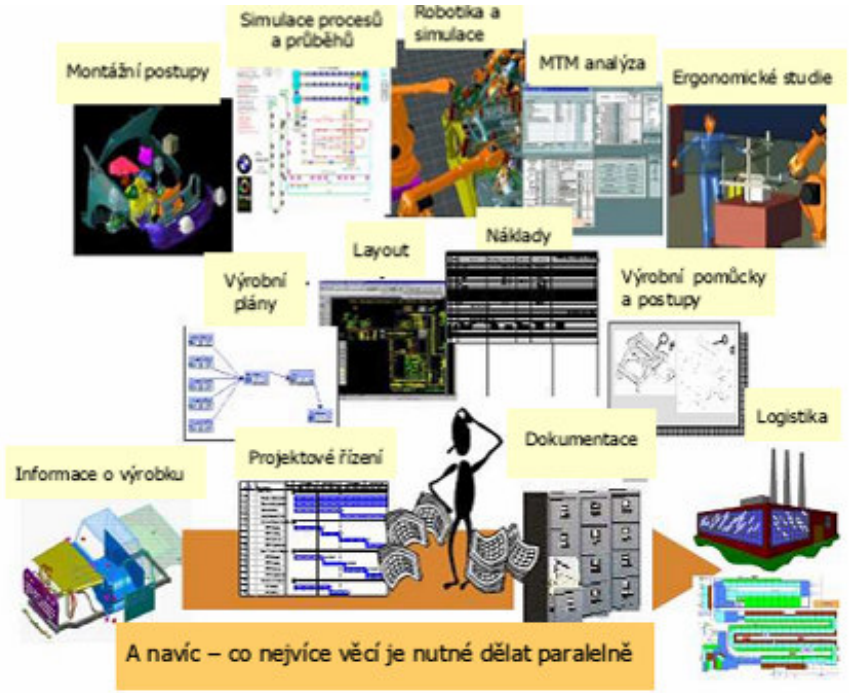
Základní pohyby:		**Pohyby těla, nohy a chodidla:**	
Sáhnout	R	Pohyb chodidla	FM
Uchopit	G	Pohyb chodidla s velkým tlakem možných svalů	FMP
Přemístit	M	Pohyb nohy	LM
Pustit	RL	Úkrok stranou – posunout jednu nohu, nohy	SS-C1,SS-C2
Umístit	F	Otočení trupu – natočena jedna noha, nohy	TB1,TB2
Tisknout	AP	Ohnout trup do pasu nebo kyčlí	B
Oddělit	D	Podřepnout nohy napomáhají ohybu	S
Obrátit	T	Napřímit z ohybu, z podřepu	AB, AS
Zaostřit zrak	EF	Kleknout na 1 koleno, obě kolena	KOK, KBK
Přesunout zrak	ET	Povstat z kleku	AKOK, AKBK
		Sednout	SIT
		Vstát	STD
		Chůze	WP/M, P-kroky, M – metrů

1.3 Důsledky digitalizace v průmyslových podnicích.

V 80.letech minulého století byl hlavním provazujícím prvkem ve firmě člověk. Dnes jsou to především hardwarové, softwarové, informační, řídící a komunikační systémy. Na všech úrovních výrobního procesu se vliv digitalizace projevuje, zatím hlavně v průmyslu.

Vlivem informačních technologií je možné skloubit velmi mnoho různorodých informací, znalostí, metod, prací, zařízení a logistických konceptů viz. obr. č.3.

Obrázek 3 - Možný obsah PLM graficky



Zdroj: www.mechatronicscentre.eu/content/publications/019-Leeder-digi.pdf

Moderní technologie umožňují propojit mnoho systémů v jeden, který zajišťuje paralelní přechod informací hlavně v etapě plánování. Úspory v etapě plánování i třeba malé se po zahájení sériové výroby mnohokrát znásobí. Digitalizace plánovacího i výrobního procesu má svůj velký význam i pro představivost návrhářů, vývojářů, plánovačů, protože plánovaný produkt si před jeho zavedením do výroby je možno prohlédnout v 3D zobrazení a odhalit tak případné kolize. Některé z kolizních situací jsou programově ošetřeny. V oblasti návrhu se využívá určitá automatizace. Výhodou digitalizace je bezprostřednost a rychlost změn, vhodné prostředí pro interaktivní komunikaci. Z toho vyplývá, že výsledky společné práce

jsou i lépe přijímány v týmu, protože každý z členů týmu mohl uplatnit svůj názor a to, jakým způsobem se v průběhu projektu postupovalo , bylo předmětem diskuze.

Rozvoj výpočetní techniky umožnil pomocí simulace testovat funkci navrhované konstrukce, zařízení nebo programu, ale i pracoviště, střediska, dílny či logistiku materiálových toků. Simulace nutí návrháře zabývat se řadou faktorů, které působí na daný systém, formulovat vztahy mezi jednotlivými částmi systému. Díky simulaci procesů, operací si často lze uvědomit souvislosti a možnosti, na které by jinak nepřišli [11].

Hlavní přínosy simulace jsou:

- možnost vytvářet a testovat hypotézy o tom, jak systémy fungují
- lépe navrhnout a prověřovat nové systémy
- na virtuální realitě si „nanečisto“ vyzkoušet dopady různých variant a úprav
- předvídat budoucí chování a vývoj systémů

1.3.1 Snížení nákladů během životního cyklu výrobku

Oblast Plánování

Používání digitální továrny na podporu vývoje a designu produktu v ten samý čas může významně snížit čas požadovaný pro plánování (až 40%). Tato cesta zahrnuje používání systematičtějších a strukturovanějších postupů, představuje proces automatizace, zdokonalování vizualizace a spolupráce, umožňuje simulaci. Přístup k technologii shromažďování dat, vyhledávání dat, se může zrychlit až o 80%. Plánovači na všech úrovních dostanou zpětnou vazbu o mnoho rychleji, ušetří čas potřebný na řešení problému.
Systém umožňuje v oblasti plánováni:

- rychlejší proces plánování – využívá simulace k optimalizaci výrobních procesů před jejich implementací do procesu, šetří tím čas a peníze
- stará se o průmyslové procesy – využívá integrace PLM prostředí k zajištění změn v BOPs (Bill of Process). Jiné procesy jsou efektivně řízeny a implementovány.
- působí na podnikové znalosti – znovu použití BOPs, kompletování procesů, spojení informací, kontrolní procesy, atd., toto je vše lehce dosažitelné z databáze.
- využívá konfigurační management

- vytváří kompletní layout (prostorové zobrazení linky) – znovu používá informace z návrhu a layoutu k automatické tvorbě dokumentace [13].

Oblast nástrojů pro návrh

V této oblasti může uživatel očekávat značnou úsporu v množství designových změn kolem 65%. Je to způsobeno hlavně efektivní komunikací a spoluprácí, úspory v této oblasti kolem 30% a celková redukce času na produktový design.

Výhody plynoucí z používání PLM řešení v této oblasti:

- redukce investic do nástrojů – výhody jsou ve znovu použitelnosti předchozích projektů a snížením množství požadovaných nástrojů pro výrobní procesy. Schopností Digitální výroby je řídit a hodnotit návrhové nástroje a zjednodušit jejich znovu použitelnost. Simulace výroby poskytuje procesy k optimalizaci a validaci.
- podpora různorodých CAD systémů – využívá komunikaci s dodavateli a dává možnost použít i jejich návrhy. Vizualizace a modely poskytují celému pracovnímu týmu představu, rozsah, poznámky a práci s daty z mnoha různých CAD řešení, negativem je drahý datový překladač nebo multi - CAD systém.
- využití kontroly nástrojů – simulace nástrojů, přístrojů a zpracování uvnitř prostředí Digitální továrny poskytuje možnost optimalizace a transformace nástrojových operací. [13].

Úspory v rámci prostorového zobrazení linky

Digitální výroba umožňuje integraci výrobních procesů, nástroje pro návrh, návrh linky, manipulaci s materiálem, která je účinnější a úspornější.

Přínos digitalizace pro prostorové zobrazení linky:

- snížení nákladů na layout – kontrola a správnost rozmístění materiálu a procesů před zahájením výroby. K optimalizaci se využívá simulace vybavení hal, linky, lidí (ergonometrie) a toku materiálu.
- rozmístění vnitřních materiálových skladů – analýza prostoru, maximální vzdálenost od montážní linky, dodávky JIT, atd.
- optimalizace materiálových toků – využití simulace integrované přímo do prostorového zobrazení linky, při správném využití by náklady spojené s materiálovým tokem mohly klesnout o 35% [13].

Úspory v rámci dodavatelského řetězce

Dodavatelé často mají zpoždění ve vývoji a inovacích svých procesů. Přínos digitální továrny plyne ze zlepšení spolupráce mezi dodavateli. V této oblasti se zjednoduší tyto aspekty:

- komunikace - využívá vizualizaci ke zlepšení a zrychlení spolupráce s dodavatelem
- snižuje dodavatelské chyby – zlepšuje komunikaci nad produktem, tok dat a zaměstnavatel tak v případě změn snižuje riziko komunikačního šumu
- zlepšuje úspěšnost splnění požadavku – on-line spolupráce pomáhá vyřešit požadavky rychleji a precizněji [13].

1.3.2 Snížení rizik pří zavádění nového systému

Již z kapitoly 3.3.1 lze odvodit faktory, které napomáhají snížit škody a potenciální rizika. Digitální továrna může pomoci překonat mnoho negativních dopadů na výrobu. Určitá rizika jsou spojena i se zaváděním systému. Digitální výroba nemůže být implementována bez nevelkých finančních prostředků. Přínosy systému mohou být značné a velmi rozsáhlé, jestliže se zavádění systému postupuje opatrně s ohledem na specifické metody, postupy ve společnosti a obchodní potřeby. Důležitá je také plná synchronizace systému digitální továrny a PLM, aby firma mohla čerpat stoprocentní výhody z nové technologie.

Předcházení rizik při implementaci:

- Komunikace a příprava prostředí na modernizaci je nejlepší cestou ke snižování rizik. Před zavedením systému je nutné zaměstnance ve společnosti seznámit s problematikou digitální továrny.
- Připravit zkušený tým, který navrhne řešení pro zavádění systému. V týmu by měly být zastoupeny všechny funkce, kterých se navrhované řešení bude týkat, ne jen IT specialisté.
- Vybrat správné kontrolní parametry a neustále měřit a monitorovat průběh realizace projektu s plánem, aby systémové přínosy byly podle očekávání.
- Kontrolovat realizační tým, že plní sliby a že jsou plněny požadavky organizace.

Úspěšnost realizace závisí na třech velmi důležitých faktorech a to na lidech, procesech a technologiích. Pokud kombinace těchto faktorů je v souladu, pak je možné očekávat maximální přínos. Jestliže by jeden z nich prošel nějakou změnou, zbylé dva musí přijmout

opatření, která by danou změnu eliminovala, např. pokud se zavede nová technologie nebo postup, musí být představen zaměstnancům a ti musí být proškoleni. Nejvíce rizik vzniká, když jsou nové postupy představeny bez patřičné analýzy a propojení technologie s obchodními záměry firmy. Zaměstnanci se potom stávají frustrovými a ztrácí motivaci k práci s novou technologií, proto je důležité zahájit komunikaci dříve než dojde k realizaci projektu. Předpokladem pro úspěch nové technologie je brzká a opakovaná komunikace, každý ze zaměstnanců musí rozumět tomu, že data a znalosti jsou ještě cennější, pokud jsou sdíleny. Pro maximální využití přínosů digitální továrny je nutné zajistit synergický efekt zejména mezi výrobou a návrháři, kde je nutná vzájemná provázanost datových toků [13].

1.3.3 Celkové ekonomické přínosy digitální továrny

Hlavní přínosy digitální továrny lze spatřovat především v oblasti plánování nové výroby. Jak vyplývá z tabulky č.2 a 3, ekonomické přínosy můžeme rozdělit z několika hledisek a to z hlediska času, nákladů, flexibility a kvality. Tyto čtyři kategorie jsou poměrně protichůdné, u času a nákladů jde o snižování, u kvality a flexibility jde o zvyšování úrovně.

Tabulka 2 - Hledisko čas x náklady

ČAS	NÁKLADY
Koncipování a analyzování probíhá ve virtuálním světě podstatně rychleji, než ve světě reálném.	Roste paralelita vykonávaných prací, což se odráží v nákladech.
Vyzrálost konstrukce i výrobních postupů, ověřená simulacemi umožňuje rychlejší dosažení plánované výrobnosti (hřebenová linie) a tím navýšení produktivity.	Optimalizace v plánování a projektování snižuje investiční náklady.
Jednou digitálně zachycená data a znalosti můžeme výhodně využít ke zrychlení vývoje produktu i projektu výroby.	Přehlednost a řád v záznamech, vylučuje duplicity v celém průběhu přípravných etap.
Využití kontrolních a simulačních běhů zrychluje získání plně funkčních prototypů.	Snižují se náklady na prototypy (využívá se virtuálních modelů – mock- up).
Digitalizace zpřesňuje a zrychluje komunikaci a spolupráci ve vývoji i výrobě, umožňuje jednodušší napojení dodavatelů.	Simulace ve virtuálním prostředí ověří nejenom výrobek, ale i vlastní výrobní základnu a to virtuálně bez zakoupení výrobního zařízení.
Snižuje se potřeba rutinních prací.	Celkově se zvyšuje průtočnost výrobní základnou .
Podstatné zkrácení předvýrobních etap umožňuje zrychlení a zkvalitnění náběhu výroby.	Snižuje se zmetkovitost.

Tabulka 3 - Hledisko kvalita x flexibilita

KVALITA	FLEXIBILITA
Digitalizace napomáhá uchovávat a zpracovávat správná data odstraňují se redundance, které jsou častým zdrojem chyb očištěné datové toky zrychlují a zkvalitňují všechny průběhy a procesy.	Digitalizace technické přípravy umožňuje podstatně vyšší konstrukční variabilitu o zavedení principů stavebnicovosti a modularity.
Simulace zvyšuje míru propracovanosti výrobku a snižuje chybovost a zmetkovitost.	Dosažení vyšší univerzality výrobní základny (práce s platformami).
Dochází k eliminaci tzv. dětských nemocí ve fázi zavádění na trh-	Zvýšení variability logistických toků
Zlepšuje se logistika, zvyšuje průtočnost, hospodaření s nářadím .	Simulace dovolí návrhy otestovat před uvedením do provozu a nákupem zařízení.
Zvyšuje se přehlednost v oblasti vybavení výrobní základny, včetně přípravků a měřidel.	
Dochází ke zvýšení kvality a přehlednosti v oblasti změnového řízení, pomocných procesů, údržby, atp.	

Podle zahraniční studie CIMdata report „The Benefits of Digital Manufacturing“ se v rámci sledovaných řešení nasazení systémů DF dosáhlo těchto výsledků viz. tab. č.4: [6].

Tabulka 4 - Přínosy Digitální továrny v %

Přínosy	Rozsah
Rychlejší náběh výroby	**15%**
Celková vyšší produktivita	**10%**
Zvýšení produktivity stávajících výrobních zařízení	**15 - 20 %**
Snížení investičních nákladů na nová výrobní zařízení	**20%**
Zlepšení výrobní kvality	**15%**
Zlepšení zralosti produktů	**5 - 10 %**
Zkrácení projektových časů	**20%**
Snížení počtu změnových řízení	**20%**
Zvýšení účinnosti v oblasti komunikace a spolupráce	**35%**
Úspory nákladů díky snížení majetku	**10%**
Úspora ploch díky optimalizaci prostorového zobrazení	**25%**
Úspora nákladů díky lepšímu využití zdrojů	**30%**
Úspora nákladů díky optimalizaci materiálových toků	**35%**
Snížení počtu strojů, nástrojů a pracovišť	**40%**
Celkové snížení nákladů	**13%**
Celkové zvýšení produkce	**15%**
Zkrácení doby nutné k uvedení výrobku na trh	**30%**

1.4 Výrobci s PLM aplikacemi pro automobilový průmysl na českém trhu

Společnost CIMdata zveřejnila rozsáhlou studii (jejíž větší část není přímo a zdarma veřejně dostupná), která si každoročně klade za cíl rozkrýt podíly největších prodejců na trhu s CAM/NC řešeními. Výzkum se zaměřuje na několik vybraných a dostupných ukazatelů:

1. **tržby v segmentu** – v této oblasti se na stupeň nejvyšší postavila firma UGS s podílem 14,6% a tržbami kolem 120 milionů dolarů.
2. **celkové tržby od zákazníků** – v roce 2005 se na prvním místě podle tohoto ukazatele, který slouží i pro výpočet celkového podílu na trhu, umístila firma IBM/Dessault Systemes s tržbami okolo 189 milionů dolarů a podílem na trhu 14,1%.
3. **řešení s největším nárůstem počtu instalací** – největší počet instalací vyhrála společnost SolidCam, která mezi lety 2004-2005 zaznamenala obrovský nárůst, který tvořil 40% [23].

Desítka největších dodavatelů CAM řešení za rok 2005 dle tržeb v segmentu:

1. **UGS** (14,6 %)
2. **IBM/Dassault Systemes** (12,9 %)
3. **PTC** (7,5 %)
4. Hitachi Zosen Systems (6,5 %)
5. Delcam (5,2 %)
6. Planit (4,5 %)
7. Tebis (4,4 %)
8. Missler (3,3 %)
9. CNC (2,9 %)
10. Sescoi (2,7 %)

Pořadí v kategorii celkových tržeb od koncových zákazníků (2005):

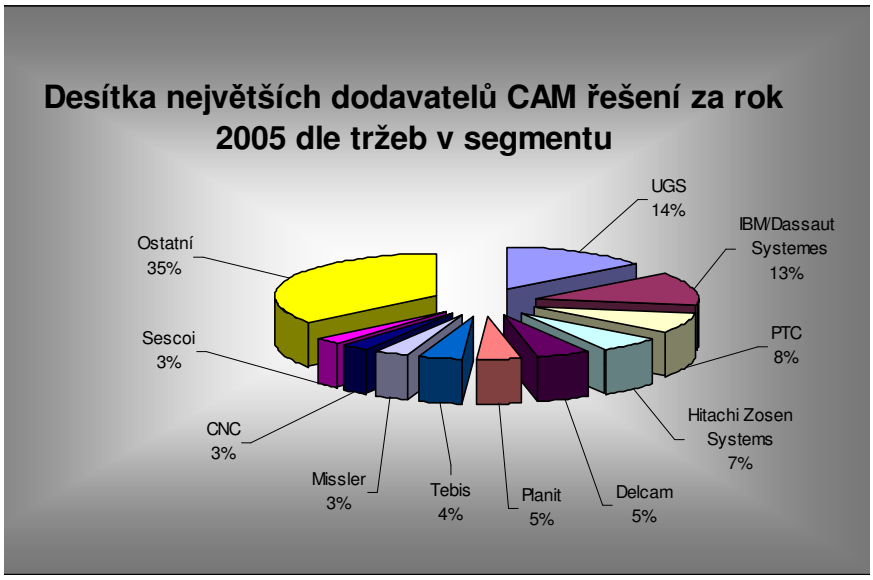
1. **IBM/Dassault Systemes**
2. **UGS**
3. **PTC**
4. Delcam
5. Hitachi Zosen Systems
6. Planit Holdings
7. CNC Software
8. Missler Software
9. Tebis
10. Open Mind Technologies

Dodavatelé CAM řešení s největším nárůstem počtu instalací (2005):

1. **SolidCAM**
2. **DP Technology**
3. **Surfware**
4. Gibbs and Associates
5. CNC Software
6. TekSoft
7. Pathtrace
8. Delcam
9. Missler Software
10. IBM/Dassault Systemes

Grafické znázornění největších dodavatelů CAM systémů podle tržeb v segmentu lze vidět na obr. č.4.

Obrázek 4 - Graf č.1 - největší dodavatelé CAM řešení



Zdroj: Vlastní zpracování

Na českém trhu s CAD systémy a kompletním PLM řešením se pohybují obě firmy, které se ve výzkumu společnosti CIMdata pohybují na předních místech - jsou to UGS a IBM/Dessault Systemes.

1.4.1 UGS

Mezinárodní firma zabývající se dodávkami softwaru a služeb v oblasti PLM. Firma má více než třicetiletou tradici.

Vlastníci: privátní investoři Bain Cupital, Silver Lake Partners a Wartburg Pincus

Sídlo: Dallas, stát Texas

Obsah PLM systémů:

- tvorba dat o výrobku a procesech (CAD/CAM/CAE, kusovníky, simulace výrobních procesů...),
- sdílení a řízení informací (prohlížeče, PDM, řízení projektů, řízení konfigurace, definice procesů, vizualizace,...)
- systémy pro sběr, uchování dat a jejich prezentaci a výměnu mezi finalisty a subdodavateli a dále interface pro prezentaci do jiných systémů (katalogy, obchodní konfigurátory, systémy SRM, ERP, SCM..)

Počet zákazníků: 46 000 zákazníků

Oblast zájmu: letecký, automobilový, elektrotechnický, komunikační, strojírenský průmysl

Největší zákazníci ve světě: General Motors, Boeing, General Electrics, Ford atd.

Největší zákazníci v ČR: Aero Vodochody, ŽĎAS, KOVOSVIT, Barum Continental, Tatra, Autopal

Produkty:

1. **systém NX** – vedoucí představitel systému CAPE, nová generace kvalitativně vyšších CAD/CAM/CAE systémů, vytváří virtuální prostředí pro návrh, vývoj a zhotovení výrobků.
2. **Solid Edge** – systém pro kreslení s funkcemi pro 2D a 3D
3. **Teamcenter Engineering** – PDM systém pro předvýrobní etapy. Zajišťuje provázanost dat po celý životní cyklus výrobku, podporuje paralelní spolupráci, umožňuje distribuovanou organizaci dat
4. **Tecnomatix** – soubor produktů pro plánování, simulaci a optimalizaci výrobních procesů. Zaměřuje se na snížení výrobních nákladů a zrychlení náběhu výroby.
5. **Parasolid** – modelovací jádro [24].

1.4.2 IBM/Dessault Systemes

Mezinárodní firma zabývající se dodávkami softwaru a služeb v oblasti PLM. Firma byla založena v roce 1981.

Sídlo: Auburn Hilus, USA

Obsah PLM systémů je shodný jako u UGS:

- tvorba dat o výrobku a procesech (CAD/CAM/CAE, kusovníky, simulace výrobních procesů...),
- sdílení a řízení informací (prohlížeče, PDM, řízení projektů, řízení konfigurace, definice procesů, vizualizace,...)
- systémy pro sběr, uchování dat a jejich prezentaci a výměnu mezi finalisty a subdodavateli a dále interface pro prezentaci do jiných systémů (katalogy, obchodní konfigurátory, systémy SRM, ERP, SCM..)

Počet zákazníků: 90 000 zákazníků

Oblast zájmu: letecký, automobilový, elektrotechnický, komunikační, strojírenský průmysl

Největší zákazníci ve světě: Airbus, Audi, Bosch, Toyota, Daimler Chrysler, SONY, Whirpool

Největší zákazníci v ČR: Škoda Power, Škoda Auto a.s.

Produkty:

1. **Catia** – PLM řešení pro digitalizaci a simulaci produktu
2. **Enovia VPLM** – 3D modul komplexní PLM řešení produktu, zaměstnanců, výrobních procesů ve střední a velké společnosti
3. **Enovia MatrixOne** –
4. **Enovia SmarTeam** – PDM pro malou a střední společnost, pro velká technická oddělení skrz dodavatelské řetězce.
5. **Delmia** – umožňuje společnostem vývoj a optimalizaci výrobního procesu
6. **Simulia** – umožňuje reálné simulace, integruje obchodní praktiky, umožňuje technologům a vědcům využít produktového výkonu, snížit fyzické prototypy a řídit změny [4].

1.5 Shrnutí teoretické části

Odvětví informačních technologií a softwaru patří k nejrychleji se rozvíjejícím ve dvacátém a jednadvacátém století stejně jako automobilový průmysl. Jak jsem již napsal v úvodu, firmy se snaží maximálně využít ty nejmodernější technologie k podpoře, automatizaci svých plánovacích, výrobních, montážních a obchodních procesů. Tento trend je dán dynamickým vývojem dnešního průmysl s požadavky na rychlé reakce na přání zákazníka. V podstatě jde o konkurenční boj, v němž informační technologie hrají významnou roli. Bez počítačové podpory se neobejde téměř žádná firma pohybující se v průmyslovém odvětví. Digitalizace procesů ve společnosti přináší urychlení komunikace a usnadňuje dostupnost dat. Digitální továrna navíc umožňuje paralelní spolupráci týmů z různých oddělení. Velkým přínosem je snížení rizika mylných nebo nepřesných informací pomocí nástrojů, jako je 3D vizualizace a simulace jednotlivých procesů. Ty nejvyspělejší plánovací systémy využívají k dokonalejšímu plánování virtuální realitu.

Současný automobilový průmysl využívá těchto systémů, protože jen tak je možné čelit tlaku zákazníků a konkurence. Urychlením vývoje nového vozu výrobce získává konkurenční výhodu. Požadavky zákazníků na automobil se významně změnily od začátku automobilového věku, kdy byl jeden model vyráběn pět až deset let v jedné barvě s jedním motorem, výbavě atd. Dnešní zákazník má na výběr mnoho modelů, vybírá si podle svých představ, příkladem jsou konfigurátory firem. Vozy velmi rychle stárnou , “okoukají se“, takže minimálně každé tři roky, nejlépe však každý rok firma přichází s faceliftem vozu nebo zcela novým model, což představuje obrovské nároky na útvary, které mají za úkol realizaci

nových projektů. S náběhem nového modelu jsou kladeny velké nároky i na dodavatele, zde by se proces přizpůsobení výroby na nové požadavky měl také výrazně zrychlit a zefektivnit. Firmy si uvědomují možnosti plánovacích systémů a etapy plánování, kde je možné uspořit čas, finanční prostředky, které se několikanásobně vrátí při skutečném výrobním procesu. Digitální továrna snižuje hlavně čas od návrhu vozu k jeho uvedení na trh, který je klíčový pro úspěch výrobce vůči konkurenci.

V praktické části je podrobněji popsán systém od firmy Dessault Systemes s názvem Delmia. Je zde představena firma Škoda Auto a.s. jako celek, ale i pobočný závod v Kvasinách, kam by měl být systém digitální továrny implementován v nejbližších měsících.

2. ŠKODA AUTO a.s.

2.1.1 Historie

Historie firmy se datuje od roku 1895, kdy Václav Laurin a Václav Klement zahájili výrobu kol značky Slavia. O čtyři roky později byla firmou Laurin & Klement zahájena výroba motocyklů.

1905 Továrnu opustily první automobily nazvané „Voiturette A“ a brzy si získaly, díky své kvalitě a atraktivnímu vzhledu, stabilní pozici na rozvíjejících se mezinárodních automobilových trzích.

1907 Došlo k založení akciové společnosti Laurin & Klement. Její vozy byly exportovány na trhy téměř celého světa.

1925 Proběhla fúze automobilového závodu Laurin & Klement s plzeňskou strojírnou Škoda.

1930 Založena společnost ASAP (akciová společnost pro automobilový průmysl), ve které byla zahájena, na tehdejší dobu, revoluční pásová výroba.

1939–1945 Během válečných let se továrna orientovala na výrobu vojenského materiálu. Několik dnů před koncem války byla bombardována a značně poškozena. Na podzim roku 1945 proběhlo zestátnění podniku.

1946 Rekonstrukce podniku probíhala již pod značkou AZNP (Automobilové závody, národní podnik).

1964 Podnik s výrobní plochou 800 000 m^2, zaměstnávající přes 13 000 osob zahajuje výrobu populárního vozu Š 1000 MB.

1991 16. dubna začala nová kapitola dějin firmy, kdy do společnosti vstoupil strategický partner, společnost VOLKSWAGEN AG. Značka Škoda se tak stala čtvrtou značkou tohoto koncernu [1].

2.1.2 Současná situace

- stoprocentně vlastněna společností VOLKSWAGEN AG,
- působí na téměř 90 trzích v rámci celého světa, na kterých celá Skupina v roce 2005 dodala zákazníkům 492 111 vozů, 82 % odbytišť tvoří trhy Evropské unie,
- nejvýznamnější exportér s 8,2% podílem na celkovém exportu České republiky,
- v roce 2005 podnikla zásadní kroky pro posílení své pozice na perspektivních trzích Číny a Kazachstánu,

- svým obratem se zařadila na třetí místo mezi společnosti z deseti nových členských států Evropské unie,
- aktiva Skupiny dosáhla 89,8 mld. Kč, celkové tržby 187,4 mld. Kč a hospodářský výsledek po zdanění 7,9 mld. Kč,
- významné kapitálové účasti má ve společnostech v České republice i v zahraničí,
- její výrobní závody v rámci České republiky jsou umístěny v Mladé Boleslavi, Kvasinách a Vrchlabí,
- zahraniční výrobní závody vozů Škoda se nacházejí v Indii, na Ukrajině, v Bosně a Hercegovině a v Kazachstánu,
- celá Skupina zaměstnává celkem 26 742 lidí, z toho 728 je zaměstnáno v zahraničních společnostech [2].

2.2 Výrobní závod v Kvasinách

Závod Kvasiny leží v podhůří Orlických hor v královéhradeckém kraji. Celý výrobní komplex se rozkládá na ploše větší než 31 hektarů v obci Kvasiny (příloha č.1), poblíž silnice první třídy E14 mezi městy Rychnov nad Kněžnou a Dobruška, na trase Svitavy-Náchod.

2.2.1 Historie

Jeho historie spadá do počátku dvacátých let minulého století, kdy si ing. Janeček, majitel motocyklové továrny JAWA, koupil část Solnického panství, jehož součástí byla pila, bednárna a cihelna v Kvasinkách. Tyto provozy přeměnil Janeček na karosářské dílny. V nich se od roku 1934 vyráběly karoserie pro automobily Jawa 700. Vyrobené karoserie se po železnici převážely do závodů JAWA v Týnci nad Sázavou a Brodcích, kde probíhala finální montáž. Již v roce 1938 byl pro výrobu připraven vůz vlastní konstrukce firmy JAWA – pod názvem Jawa Minor I s obsahem motoru 600 ccm. První typy byly sportovní kabriolety s plátěnou střechou, poté speciální sportovní dvousedadlový roadster a nakonec limusiny. Jako poslední typ před vypuknutím války byla vyvinuta vojenská verze vozy Jawa Minor I, vyrobená v počtu cca 400 kusů. Výroba vozů pro armádu byla dokladem Janečkových tendencí a aktivit v oblasti zbrojního průmyslu ČSR. Za celou dobu bylo vyrobeno asi 3700 karoserií při průměrném stavu 270 pracovníků. Celkový denní průměr dosáhl 4 kusů a v době výroby vojenských karoserií 7 až 8 kusů.

Během druhé světové války byla výroba karoserií zastavena a výrobní program se musel přizpůsobit potřebám zbrojařského průmyslu. Byl často měněn a sortiment vyráběného byl

velmi široký, od pouzder na kulometné hlavně, beden pro munici, až po hračky. Po celou dobu války byla v provozu i výroba barev laků, kterou zavedl ing. Janeček již v roce 1936.

V průběhu války byl však v Kvasinách ilegálně připravován nový typ vozu Jawa Minor II. Bylo zhotoveno několik prototypů lišících se především v detailech karoserie. Později vzniklo pět předváděcích vozů. Hned na jaře 1945 probíhaly na kvasinském zámku zkušební jízdy za války vyvinutých prototypů vozu Jawa Minor II. Nově vyrobený automobil byl dokonce ještě v průběhu války tajně zajížděn ve vojenských krycích barvách pod firemní značkou BMW. Od května 1945 do konce roku 1947 bylo z uschovaného materiálu z války vyrobeno cca 500 karoserií Jawa Minor I, od roku 1946 byla montáž vozů převedena z Brodců nad Sázavou do Kvasin a tím se kvasinská automobilka stala finálním výrobcem typu Jawa Minor I. V tomtéž roce byla ale připravovaná výroba Jawa Minor II předána do Leteckých závodů v Letňanech a tímto rozhodnutím se kvasinský závod ocitl bez programu pro svoji hlavní výrobu a musel přejít k různorodé mozaikové výrobě v rámci Národního podniku Zbrojovka Brno, k němuž byl přičleněn po znárodnění počínaje dnem 27.10.1945.

V roce 1947 došlo k jednání se závodem AZNP Mladá Boleslav. Výsledkem byla dohoda o výrobě vozů značky Škoda v Kvasinách. V témže roce opustily brány závodu první vozy Škoda Superb, čímž byla karosářská výroba v Kvasinkách znovu obnoveny. Charakterem se však zatím jednalo o malosériovou výrobu probíhající souběžně s mnoha jinými aktivitami. Postupně byla proto výroba vyčišťována a závod mohl následně přebírat výrobu dalších typů z AZNP Mladá Boleslav, jehož součástí se stal 1.10.1949. Následovala výroba vozů Škoda 1101 v provedení roadster a STW, dále pak vozů řady Škoda 1200 v provedení sedan, sanitní a pohřební verzí. 31.12.1953 je listinou ministerstva strojírenství zřízen samostatný podnik AZNP se sídlem v Kvasinách. Později však dochází k opětovnému včlenění kvasinské automobilky do podniku AZNP Mladá Boleslav.

Závod Kvasiny se postupně začal profilovat jako výrobce nestandardních náhradních dílů na karoserie a speciálních verzí základního typu, především sportovních ale i užitkových. Koncem padesátých let a začátkem šedesátých let byla zahájena výroba vozů Škoda 450 Felicia a Škoda 445 Octavia combi, jichž bylo dohromady vyrobeno přes 65 tisíc kusů. Zejména sportovní Felicie byly velice úspěšným exportním artiklem a svým zdařilým designem byly považovány za jedny z nejhezčích poválečných škodovek.

Na přelomu šedesátých a sedmdesátých let došlo k zásadnímu rozšíření výrobních ploch závodu. Výstavbou svařovny byly vytvořeny podmínky pro zavedení typu vozu Škoda 110R Coupé. V polovině roku 1947 vyjel z bran závodu v Kvasinách stotisící automobil od roku 1945. V 70. letech se zde začaly vyrábět vozy řady Škoda 105,120,130 v provedení L,LS,GLS a GL. Tato výroba pokračovala až od poloviny 80.let. Nosným programem se pak stala sportovní verze vozů Škoda 105/120 pod označením Škoda 120 Garde a následně Škoda 130 Rapid. Výroba tohoto vozu byla ukončena počátkem devadesátých let.

V roce 1991 se stává Škoda Mladá Boleslav součástí německého koncernu Volkswagen Group vedle značek Audi a Seat. Škoda závod Kvasiny zůstává jedním z výrobních závodů Škoda, automobilová a.s.

K rychlému rozvoji došlo především v těchto oblastech:

- Zvýšení produktivity práce,
- Zlepšení hodnot sledované kvality,
- Zkvalitnění pracovních podmínek,
- Investice do výstavby závodu.

Po krátké etapě v letech 1989 až 1991, kdy byly v Kvasinách montovány vozy Škoda Favorit, byla koncem roku 1990 zahájena výroba užitkové verze Škoda Pick-up. V roce 1993 byly současně s tímto vozem vyráběny ještě verze Škoda Forman, Forman VAN, Forman PLUS včetně sanitní verze této řady. O tyto typy vozů byl značný zájem především mezi podnikateli, což vytvořilo závodu dobré perspektivy pro další roky. Vzhledem k poptávce o tyto vozy byla výroba postupně zvyšována ze 40 vozů za den při zahájení výroby až na 112 vozů denní produkce v době ukončení výroby. V roce 1995 byla zahájena výroba modernizované řady vozů Škoda v provedeních Felicia, Pick-up, VW Caddy, Vanplus. Od roku 1996 pak řadu vyráběných provedení rozšířily rozložené vozy Pick up pro Polsko. Denní produkce dosáhla 180 ks ve dvou směnách. Ke změně názvu firmy na Škoda Auto a.s. došlo 6. února 1998. Výrobní závod Kvasiny byl jedním z vybraných objektů, kde byla provedena přestavba z důvodu celkové modernizace. Výstavba nového závodu byla zahájena 27. července 2000 a pokračovala až do dubna 2002, kdy byly skončeny veškeré úpravy týkající se modernizace závodu. Během této doby byla vystavena nová montážní hala, lakovna a svařovna, které byly zřízeny speciálně pro vůz Škoda Superb. Kromě výroby vozů Škoda Superb probíhá současně v části nové svařovny svařování modelu Škoda Fabia. V roce 2001 došlo k přestavbě linky pro Škodu Fabii ve svařovně. Cílem této úpravy technologického

zařízení byl náběh modifikace vozu Fabia v provedení Sedan a po náběhu nové lakovny v Kvasinách je část karosérií lakováno v závodě a k dalšímu zpracování se převáží do Mladé Boleslavi. Od roku 2002 se prováděla též výroba SKD pro Indii [1].

V březnu roku 2006 se rozběhla výroba nového modulu Škoda Roomster. V současné době se vyrábí 50 ks za směnu, ale do konce roku bude počet vyrobených kusů za směnu 150.

2.2.2 Současná situace

- Personál
  - V současné době pracuje v závodě Škoda Auto v Kvasinách 2707 pracovníků.
- Rozloha závodu
  - Celková rozloha závodu je 318 164 m2, z toho zastavěná plocha je 102 367 m2. Během výstavby nové části závodu (montážní haly a nejmodernější lakovny ve střední Evropě) bylo proinvestováno více než 180.mil eur, tedy zhruba 5,8 miliard korun.
- Výrobní kapacita
  - Výrobní kapacita závodu je 35 tisíc vozů Škoda Superb ročně, tedy při dvousměnném provozu je kapacita 150 vozů denně. Dnes je však vyráběno pouze 90 vozů denně.
  - Vedle linky B5 (Superb) je paralelně umístěna linka A05 (Roomster) s kapacitou 350 kusů vozů denně. Roční produkce se při náběhu odhaduje na 15 000 vozů, ale příští rok by se jich mělo vyrobit až 50 000.

- Kvalita
  - V závodě Škoda Auto, nejen v Kvasinách, jsou uplatňovány normy ISO 9001 a 14001, které napomáhají ke zvyšování kvality (celkového souhrnu vlastností a znaků produktů, které mu dávají schopnost uspokojovat dopředu stanovené nebo předpokládané znaky). Každoročně probíhá v každém z jednotlivých závodů samostatný certifikační audit, na jehož základě je vystavován certifikát o splnění norem ISO. Nezávisle na těchto certifikačních auditech probíhají tzv. vnitrokoncernové audity, tj. audity v rámci koncernu VW a audity, které poskytují informace o stavu různých oblastí jednotlivých závodů [2].

3. Delmia

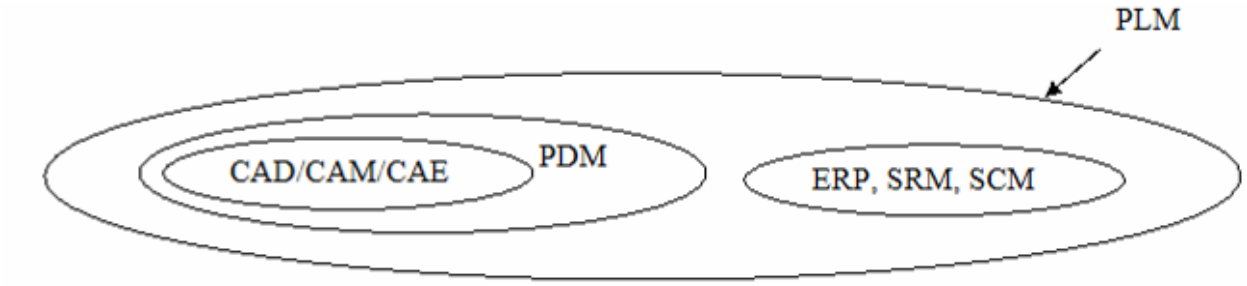
V roce 2005 se firma Škoda Auto a.s. rozhodla zavést projekt Digitální továrna. Důvodem bylo především snížit náklady na výrobu auta s ohledem na vytíženost a urychlit plánovací proces. Pro oblast plánování montáže vozu byl zvolen systém DELMIA. Pro tento systém se rozhodlo širší vedení firmy Škoda Auto a.s. v rámci lepší integrace dat a spolupráce s koncernem VW, jelikož tento systém je již několik let zaveden v automobilce Audi, která je součástí koncernu VW stejně jako automobilka Škoda Auto a.s. V první fázi byl modul DELMIA Process Engineer systému DELMIA realizován v oddělení Plánování montáže. Postupně bude tento systém zaveden do oblasti sériové technologie, průmyslového inženýrství a logistiky. Škoda Auto a.s. a Audi nejsou jediné společnosti využívající systém DELMIA. Mezi další společnosti využívající tento produkt patří např. DaimlerChrysler, Toyota Motor Company, General Motors, Nissan Motor Company, Boeing, Sanyo Machine a mnohé jiné společnosti.

3.1 Obecné seznámení se systémem DELMIA

Systém DELMIA vyvinula francouzská společnost Dassault Systémes Group. V červnu roku 2000 jej uvedla na trh v době, kdy již měla patnáctileté zkušenosti a zaznamenala úspěch na trhu například s produkty CATIA, ENOVIA, SMARTEAM. Hlavním cílem této společnosti při uvádění systému DELMIA na trh bylo obsadit přední pozici v oblasti digitální výroby, což splnila dle ocenění z roku 2005. Dne 23.září 2005 byla DELMIA oceněna konsorciem Automation Alley „Technologií roku “ na Fordově konferenci v Dearbornu, části Michiganu. Tom Anderson, Senior Ředitel Automation Alley, tvrdí: „DELMIA nabízí digitální řešení v 3D prostředí a sdílení dat, které umožňují výrobním i obráběcím procesům a systémům být souběžně projektovány s designem produktu a uvést výrobek na trh mnohem dříve. Procesy mohou být simulovány ve virtuálním prostředí k zabezpečení úspěchu výrobního toku. “ [4] Řešení celého portfolia systému DELMIA je založeno na modelu navzájem spolupracujících dat, která jsou tvořeny daty "product", "process" a "resource" (nebo-li produkt, proces a prostředek-zdroj). Tento systém, který nazýváme PPR Hub, umožňuje skladovat, řídit a znovu využít všechna data z předešlých projektů. Jedná se o informace, které jsou potřebné po celý "život" výrobku. Tyto informace umožňují sledovat výrobek od koncepce návrhu na designérském stole přes celou jeho výrobu. PPR Hub je jádrem 3D Product Lifecycle Management (PLM) systému od společnosti Dassault Systémes, která přes tento PPR datový systém zajišťuje hladkou integraci mezi systémy CATIA, ENOVIA, SMARTEAM a

DELMIA. CATIA poskytuje návrh výrobku, DELMIA nabízí výrobní řešení výrobku, ENOVIA a SMARTEAM nabízí nástroje a aplikace pro sledování životního cyklu výrobku. Product Lifecycle Management (PLM) je obchodní strategie, která spravuje data produktu po celý jeho "život". Tato správa dat začíná při koncepčním návrhu a pokračuje přes jeho výrobu, prodej a distribuci až po jeho servis. Systémy PLM, viz. obrázek č.5, zahrnují tvorbu dat o výrobku a procesech (CAD/CAM/CAE, kusovníky, simulace výrobních procesů, atd.), sdílení a řízení informací (prohlížeče, PDM, řízení projektů, řízení konfigurace, definice procesů, vizualizace, atd.), systémy pro sběr, uchování dat a jejich prezentaci a výměnu mezi finalisty a subdodavateli. Dále tyto systémy obsahují interface pro prezentaci do jiných systémů (katalogy, obchodní konfigurátory, systémy SRM, ERP, SCM, atd.) [4].

Obrázek 5 - Struktura PLM



Zdroj: vlastní zpracování

Systém Computer-Graphics Aided Three Dimensional Interactive Application (dále jenom CATIA) poskytuje komplexní nástroje pro konstruování a vývoj výrobků v nejrůznějších průmyslových odvětvích. Umožňuje práci více konstruktérů v rámci jednoho projektu, přičemž program zaručuje okamžité promítnutí provedených změn do ostatních částí konstruovaných v rámci projektu. Dále systém umožňuje variační modelování v kombinaci s parametrickým. Zachovává plnou provázanost mezi výkresem, modelem, NC programem. Při vhodném uspořádání modulů systému je možné pokrýt návrhářskou práci od tvorby designu, vlastní konstrukce přes analýzy, simulace a optimalizace až po tvorbu dokumentace a NC programů pro vlastní výrobu. Díky otevřené architektuře systému je možnost začlenění i jiného softwaru a načítání jeho data.

Systém ENOVIA je funkcionalitami obdobný systému CATIA, ve kterém je zaimplementováno PDM prostředí pro správu dat. Tento CAD systém umožňuje modelování,

simulaci a řízení produktových informací v rámci celého životního cyklu produktu. SMARTEAM je PDM systém, který automatizuje správu a kontrolu dat. Je integrován do většiny, v současné době, nejpoužívanějších CAD systémů. Automatizací správy dokumentů a integrací do CAD systému vzniká značná úspora času a tím i financí. Zvýší se tak nejenom produktivita, ale zkrátí se i doba řešení projektu. Dále je systém schopen poskytovat kompletní záznamy o dokumentech potřebné pro ISO a jiné průmyslové standardy pomocí snadného přístupu k datům v reálném čase. Výhodou systémů je také jednoduché kontrolování všech fází životního cyklu dokumentu. Systém DELMIA nabízí virtuální 3D výrobní řešení, která se specializují na plánování a simulaci výrobních postupů pro složité a komplexní výrobky jako jsou např. automobily, letadla, lodě, elektronická a elektrická zařízení, spotřební zařízení. Toto výrobní řešení je postaveno na otevřené architektuře PPR Hub, viz. obrázek č.6, která umožňuje simultánně nepřetržité tvoření a ověřování výrobních postupů již vzniklého výrobku.

Obrázek 6 - PPR Hub

Zdroj: Delmia Process Engineering

Každý, kdo se účastní výrobního návrhu, má přístup ke struktuře PPR Hub, která se skládá z "product", kde je vidět, co se dělá, z "process" a "resource", kde je vidět, jak se to dělá.

3.2 Hlavní oblasti systému Delmia

Nabízená řešení je možno rozdělit do tří hlavních oblastí. První oblast se zabývá plánováním výrobních procesů, druhá definováním, ověřováním a optimalizací výrobních procesů a třetí oblast modelováním a simulací výroby.

3.2.1 Plánování výrobních procesů

Plánování výrobních procesů nabízí komplexní postup a prostředí podporující plánování výroby. Výsledné procesní diagramy nabízí jasnou představu posloupnosti a spojitosti mezi postupy a výrobou v koncepci návrhu výrobku.

Obsahuje modul:

Delmia process engineer

DELMIA Process Engineer je nástroj, který díky plánování pracovních procesů a prostředků nabízí včasné rozpoznání možnosti komplikací ve výrobním procesu. Dále nabízí opětovné využití dat z jiných, již existujících projektů, včetně ověřených postupů a procesů. Všechna data DPE zpřístupní komplexně namísto nutnosti využívat jednotlivé informace odděleně. Tento komplexní nástroj vzniká ošetřením vazeb mezi produktem, procesem a prostředkem - zdrojem. DPE umožňuje rozmísťovat materiál po layoutu, pomáhá předcházet chybám plánovacích inženýrů a nabízí komplexní přehled plánovacího procesu v návaznosti na rozmístění materiálu a příslušný výrobní proces. Tyto všechny funkcionality umožňují podnikům zkrátit čas potřebný k uvedení výrobku na trh – reakce na požadavky zákazníka, snížení investičních a jednicových nákladů, redukci prostoru pro danou produkci a snížení množství pracovní síly.

3.2.2 Definování, ověřování a optimalizace výrobních procesů

Definování, ověřování a plánování výrobních procesů používá strukturu a diagramy řešení Plánování výrobních procesů ve specifických aplikacích výroby. Ověřování výrobních procesů s aktuální geometrií výrobku a definování výrobních postupů vede k vyššímu stupni detailu v 3D prostředí.

Obsahuje moduly:

- **Delmia Industrial Engineer**

DELMIA Industrial Engineer umožňuje uživatelům efektivně a reálně určovat čas potřebný ke specifickým úkonům. Tato metoda je založena na běžných MTM analýzách nebo na časových standardech dané společnosti. Rozhranní tohoto modulu je kompatibilní s nástroji Microsoft Office.

- **Delmia DPM Assembly**

DELMIA DPM Assembly je modul umožňující plánování montážních postupů a jejich ověřování pro složitou výrobu a její údržbu. Jeho jednotné rozhraní pro plánování předmontáže, detailní plánování montáže, ověřování procesů a dílenských návodek nabízí schopnost provázání dat a vizualizaci produktových dat ze všech významnějších CAD systémů. Dále rozhraní nabízí vizualizaci montážních postupů a procesů a provázání jednotlivých kroků každé operace na výrobní úkon. Tento modul umožňuje plánovacím inženýrům a průmyslovým inženýrům urychlit čas dodání výrobku na trh a snížit náklady.

- **Delmia DPM Envision Assembly**

DELMIA DPM ENVISION Assembly je modul, který plánuje pracovní postupy a ověřuje jejich proveditelnost. Tento modul udává nové standardy pro rozvoj výroby a procesy údržby. Dále nabízí průmyslovým a plánovacím inženýrům montážních operací "end-to-end" řešení začleněním jednotného rozhraní pro předplánování, detailní plánování, layout, ověřování pracovních postupů a dílenských návodek.

- **Delmia DPM Body in White**

DELMIA DPM Body in White je řešení pro automobilový průmysl, které umožňuje navrhovat montážní postupy, řídit bodové svařování a jiné spojovací procesy, vybírat zdroje, kontrolovat a potvrzovat plánovací procesy užitím interaktivního 3D prostředí. Dále tento modul umožňuje optimalizovat procesy "process engineering" a "the body in white assembly process" tím, že umožní tvořit a ověřovat výrobní procesy dlouho před nainstalováním nebo nastěhováním zařízení do závodu. Návrháři užívají DELMIA DPM Body in White k detailnímu plánu stavby montáže, počínaje jeho konceptem, vytvoření operací a jejich provázání a vytvoření jejich posloupností.

- **Delmia DPM Powertrain**

DELMIA DPM Powertrain nabízí automobilovému průmyslu řešení pro plánování výrobních postupů, které je sloučené v jedno nezávislé rozhraní. Toto rozhraní tvoří procesní diagram po sobě jdoucích obráběcích operací vyráběného výrobku.

- **Delmia DPM Shop**

DELMIA DPM Shop je účinný a finančně dosažitelný virtuálně technologický nástroj poskytující bohatou řadu funkcí, které pomáhají při výrobě. DPM Shop umožňuje vyrábět produkt a již během jeho plánování tvořit pracovní postupy, které jsme schopni představit pracovníkům na dílně pomocí intuitivní vizualizace, intenzivní grafiky a ve snadno pochopitelném stylu. Tento zobrazovací modul nám zaručuje, že se správná data v pravý čas dostanou na správné místo pomocí stisknutí několika málo tlačítek. K prohlížení 3D procesních dat, produktových dat a simulací slouží dotyková obrazovka.

3.2.3 Modelování a simulace výroby

Modelování a simulace výroby je sestavena sadou řešení, která obsahuje prostředky – zdroje jako roboty, nástroje a stroje. Automatizace a ergonomie definuje a naplňuje kompletní scénář výroby.

Obsahuje moduly:

- **Delmia human**

DELMIA Human nabízí nástroje k simulaci člověka a lidských faktorů speciálně zkonstruovaných pro porozumění vztahů mezi člověkem a vyráběným výrobkem, montáží, řízením a údržbou. Každý větší automobilový, letecký a těžký strojírenský průmysl těží z různých forem modelace lidského faktoru, který je velmi důležitý při navrhování výrobku a jeho vývoje. Jedná se o modul, pomocí kterého porozumíme kapacitám, stejně tak limitám operátorů. Tento soubor technických nástrojů pro kvantifikování lidských faktorů nabízí výhody v mnoha oblastech.

- **Delmia Igrip & Delmia Ultra**

DELMIA IGRIP a produkty DELMIA ULTRA jsou založeny na finančně dosažitelném simulačním řešení pro modelování a off-line i on-line programování složitých více-strojových robotických buněk. Zahrnují skutečný robotický svět a jeho periférie, pohybové vlastnosti, kinematiku, dynamiku I/O logiky. DELMIA IGRIP produkuje přesné simulace a programy.

- **Delmia Cell Control**

DELMIA Cell Control je účinné 3D řešení pro návrh, validaci a implementaci automatizovaných výrobních systémů. Jedná se o doplňkový systém pro modul DELMIA IGRIP.

- **Delmia Robotics**

DELMIA Robotics umožňuje ve výrobě navrhovat, simulovat, optimalizovat a programovat robotické buňky v 3D prostředí, a to jak online, tak i offline.

- **Delmia Virtual NC**

DELMIA VIRTUAL NC je modul plně ovládán z 3D prostředí, který napodobuje, kontroluje a optimalizuje obráběcí procesy NC strojů.

- **Delmia Inspect TM**

DELMIA INSPECT je jedinečná CMM programová simulace a kontrolní aplikace, která nabízí přímou asociaci mezi měřenými parametry, tolerancemi a geometrickými parametry originálního CAD modelu

- **Delmia Quest/Advanced Quest**

DELMIA QUEST je 3D prostředí digitalizované továrny pro simulaci a analýzu procesních toků. Nabízí průmyslovým a výrobním inženýrům a managementu virtuálně rozvíjet a zkoušet nejlepší výrobní tok. [4].

3.3 Důvody zavedení DPE

Jak již bylo řečeno, systém DPE se zavádí v rámci Digitální továrny. S využitím systému DPE se počítá v první fázi v oblasti plánování montáže a s pozdější implementací do oblasti sériové technologie, průmyslového inženýrství a logistiky, kde jsou očekávány, použitím tohoto systému, značné přínosy. V tomto systému budou plánovány všechny nové projekty vozů. Tento systém je v první fázi nasazen na plánování výroby automobilu Škody Fabie modelové řady A05, což je následník Fabie modelové řady A04. Dále širší vedení firmy Škoda Auto a.s. rozhodlo o sloučení obou modelových řad A05 a A04 na jednu montážní linku a o jejich souběžné montáži. Předpokladem tohoto požadavku je zavedení procesů a vizualizace Fabie řady A04 v systému DPE.

Očekávané přínosy zavedení DPE ve Škoda Auto a. s.:

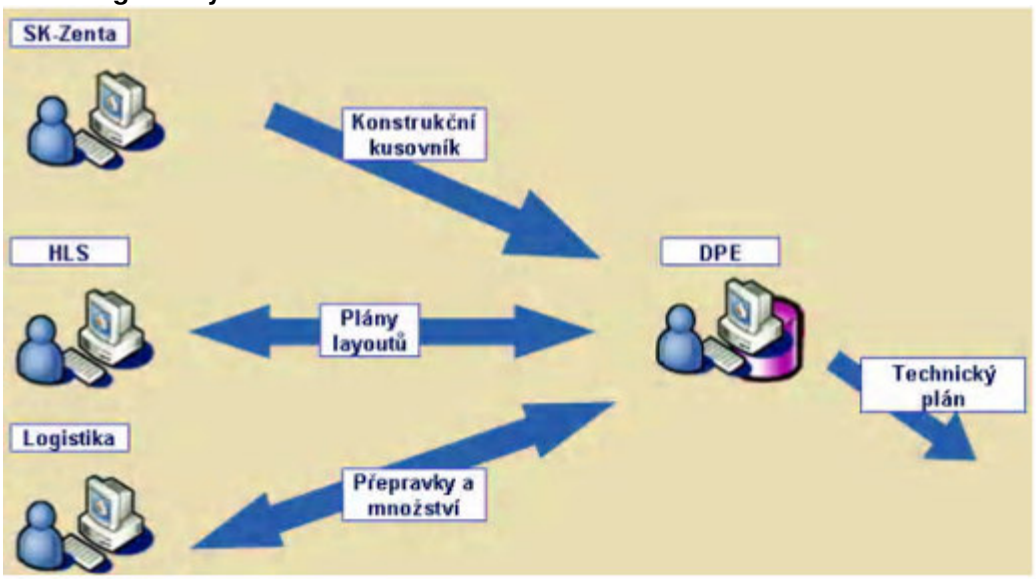
- zrychlení vývoje automobilu
- zkrácení potřebného času uvedení automobilu na trh
- získání času před konkurencí
- zpřístupnění a propojení dat on-line
- správná data v pravý čas

- zefektivnění logistiky
- snížení kapitálových a provozních nákladů
- zefektivnění Concurrent Engineering
- zvýšení produktivity, využitelnosti výrobních operátorů

3.3.1 Problematika systémů integrovaných v DPE

Systém DPE integruje několik systémů, jak je znázorněno na obrázek č.7. Jde o SK-Zentu, HLS a Lison

Obrázek 7 - Integrace systémů



Zdroj: Vlastní zpracování

Sk –Zenta – je systém, který obsahuje konstrukční a technologická data o výrobku.
HLS (Hallen Layout Systom) - je systém, který spravuje, třídí a seskupuje layouty, které jsou kresleny v systému Microstation od firmy Bentley.
Lison – je systém, který využívá logistika.Tento systém spravuje balení od dodavatelů.

Modul DELMIA Process Engineer nahrazuje stávající systém SK – Zenta. Jedná se o systém, který je v dnešní době již překonaný jak z hlediska funkcionalit, tak i uživatelským prostředím. A navíc systém SK – Zenta je zcela nevyhovující v rámci projektu Digitální továrny, protože jeho vlastní funkcionality se nedají již více rozšířit a zcela chybí možnost virtuálního rozhranní.
Paradoxem je, že po třech letech, co došlo k systémovému propojení aplikací SK – Zenta a ESON, čímž se značně zvýšila konformita systému SK – Zenta, je systém SK – Zenta

zastaralý a nevyhovující. SK – Zenta je systém, který se skládá ze souboru několika různých modulů, jak je vidět na obrázku č.8. Z hlediska montáže automobilu a charakteru této práce je důležitých jenom několik modulů. Jedná se o konstrukční kusovník a technologický kusovník a modul MBT. Konstrukční kusovník je tvořen modulem ES (jinak ESON). V tomto modulu se nacházejí všechny díly, které souvisí s konstrukcí automobilu. Další oblast, která je důležitá z hlediska montáže auta, je technologický kusovník, který je tvořen dvěma moduly. Jedná se o moduly TECH – EDIT a TEXT. V modulu TECH – EDIT tvoříme montážní operace a ty následně dělíme na jednotlivé kroky a to vše pak přiřadíme na určitý takt. V modulu TEXT se tvoří, editují a tisknou montážní návodky. Modul MBT spravuje tzv. PR podmínky, tzn. Specifikace výbav. Každá výbava má specifickou PR podmínku a soubor těchto PR podmínek definuje kompletní vybavení vozu.

Obrázek 8 - SK - ZENTA

Zdroj: SK – Zenta

Jelikož přechod z jednoho systému na systém druhý v takovémto rozsahu není nikdy jednoduchou záležitostí, bude systém SK – Zenta ponechán a bude zaimplementován v procesu objednávání materiálu, výpočtu kalkulací.

3.3.2 Problémy s přechodem na DPE

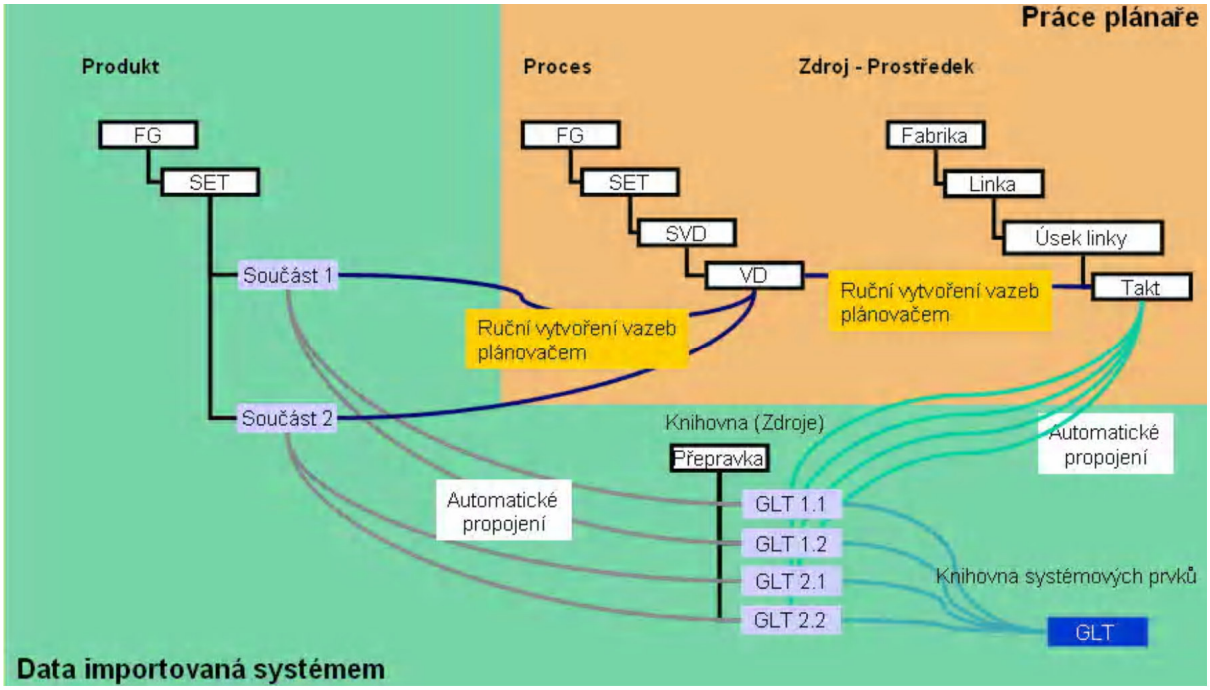
Má-li být tento přechod směrem k Digitální továrně krokem vpřed, je potřeba převzít všechny informace, které známe a používáme a doplnit je novými přínosnými funkcionalitami. Tento přechod bude jeden z podstatných problémů zavádění systému DPE, jelikož se jedná o zavedení nového systému do již určitým způsobem nastaveného prostředí. Daleko jednodušší by bylo zavádět nový systém do zcela nového prostředí bez počátečních dat a nastavení. Tato

možnost však ve Škoda Auto nepřipadá v úvahu, a to díky již zmíněným důvodům v předcházející kapitole. Jak také bylo krátce zmíněno, firma DELMIA má již zkušenosti se zaváděním DPE v automobilce Audi, což vede k tomu, že se snaží přizpůsobit DPE z Audi na DPE pro firmu Škoda Auto a.s. Tento zprvu správný postup se zdá být v současné době spíše protichůdný. Firma DELMIA se snaží přizpůsobit něco, co je nepřizpůsobitelné, neboť Škoda Auto a.s. má své charakteristické požadavky a metody. Dalším z mnoha problémů je jazyková bariéra, kde je snaha přesně specifikovat německé výrazy a přizpůsobit je na výrazy běžně užívané v automobilce Škoda Auto a.s.

3.4 Tok pracovních dat v systému DPE

Tok pracovních dat, nebo-li workflow, je rozdělen na čtyři základní části: produkt, proces, zdroj-prostředek a knihovnu systémových elementů, viz. blíže obrázek č.9. Systém DPE obsahuje jednotlivé projekty, kde každý projekt má tři oblasti, které jsou charakteristické jenom pro ten daný projekt. Protože se jedná o projekty v automobilce, tak každý projekt představuje jednu koncepci auta. Jedná se o produkt, proces a zdroj-prostředek. Knihovna systémových elementů je pro všechny projekty společná.

Obrázek 9 – Workflow



Zdroj: Vlastní zpracování

Produkt

Produktová část je větvená na FG (Fachgruppe), v překladu to znamená "oborová skupina", ale firma Škoda Auto a.s. má pod tímto názvem označení daného projektu. Dále se FG větví na SETy (Simultaneous Engineering Team). Auto dělíme do 9-ti oblastí neboli SETů. Jedná se o Interiér, Cockpit, Podvozek, Agregát, Elektrika, Karoserie, Sedadlo, ZSB a Frontend. Tyto jednotlivé SETy dělíme na podskupiny a tyto podskupiny obsahují příslušné díly pro daný SET.

Proces

Proces se větví podobně jako produktová část. FG se dále větví na SETy a SETy dělíme na podskupiny (SVD) a podskupiny dál členíme na operace (VD).

Zdroj-Prostředek

Tuto větev dělíme zase podobně. FG se větví na název továrny, kde se automobil montuje. Továrna se větví na název haly a hala se větví na před-montážní a montážní linku. Linka se dělí na úseky linky a jednotlivé úseky se dělí na takty.

Knihovna systémových prvků

Knihovna systémových prvků je společná pro všechny projekty v databázi. Obsahuje stroje, manipulátory, nástroje potřebné pro montáž automobilu, GLT (neboli velké přepravky), KLT (neboli malé přepravky), roboty, regály, atd.

Práce plánovače

Práce plánovače se týká oblastí procesu a zdroje – prostředku. Dále jeho práce spočívá ve tvoření vazeb mezi procesem a zdrojem – prostředkem a mezi oblastmi procesu a produktu.

Data importovaná systémem

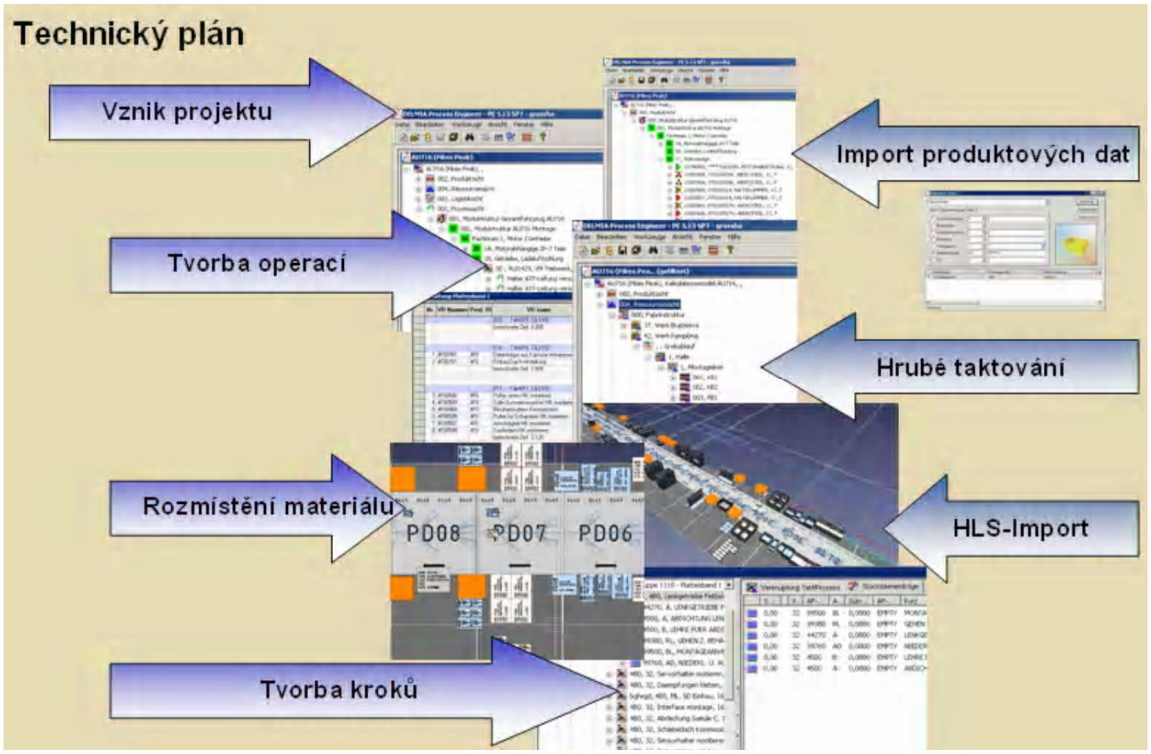
Každý jednotlivý díl, tzn. jeden šroubek, jedna matička, je systémově napojen na přepravku, ve které se nachází na lince. To znamená, že když na taktu budou dva šroubky, budou tam dvě přepravky. Toto propojení je důležité hlavně z hlediska rozmístění materiálu na lince. Díky možné vizualizaci, kterou tento systém umožňuje, lze dostat okamžitý přehled, zda se příslušný materiál na daný takt vejde či ne. Toto systémové propojení, které je bezesporu velmi přínosné, umožňuje plánovačům koncentrovat se na svoji práci a nestarat se o věci, které může udělat systém. Chtěl bych zde zdůraznit, že operace musí založit plánovač, to

systém nemůže. Dále je úkolem plánovače rozhodnout, na jaký takt operace půjde a co se na tom daném taktu bude montovat. Díky systémovému propojení však již nemusí pracovník hledat v databance, do jaké přepravky lze umístit šroubek či matičku. Toto je práce logistiky. Právě tady je možné vidět úsporu nejen času v rámci plánování, neboť veškerá data a informace mu díky systémovému propojení jsou k dispozici. Data produkovaná logistikou, jakožto samostatným oddělením v podniku, jsou samozřejmě součástí tohoto systémového propojení. Problémy v oblasti importování dat se vyskytly při vychystávání materiálu v JITu (Just in Time) a v sekvenčním vychystávání. JIT dodávky jsou především pro velké díly a jejich palety jsou napasovány přímo na příslušný produkt – nárazník, cockpit atd. Dodavatelé JITových dodávek mohou být zaimplementováni přímo v závodě nebo v jeho blízkém okolí. Doba odvolávky na JITové díly je v řádech minut až několika hodin. JIT a sekvenční vychystávání se aplikuje především při vysoké komplexitě montážních dílů. Pro tyto specifické logistické případy je nutné zohlednit velikost přepravní palety a velikost výrobní dávky. Tady nastala chyba v nastavení systému, který vychystal všechny příslušné sekvence pro daný takt najednou. Tak se stalo, že jsme měli na jednom taktu až tisíc dílů, což je samozřejmě nesmysl. Tento případ, avšak ne v tak velkém množství materiálu, nastal i při vychystávání materiálu v JITu. Po upozornění na tento stav se nastalá situace řešila s logistikou. Vzešlo z toho řešení, že všechny sekvenční palety se budou zobrazovat jako dvě palety na layoutu, stejně jako to je ve skutečnosti. U JITu se rozhodlo pro paletu jednu. Vyřešení této situace přímo ovlivnila i rychlost vizualizace layoutu a zastavila otázku o nutnosti dokoupení počítačových stanic. Nakoupení počítačových stanic pro celé oddělení nebo pro každého uživatele není rozhodně levná záležitost, tudíž odpadla jedna z otázek výrazně dražšího financování DPE než se původně předpokládalo.

3.5 Tvorba technického plánu

Tvorba technického plánu je kapitola, která detailněji seznamuje s funkcemi systému DPE od tvorby projektu, zavedení operací, přes zataktování linky až k vychystání materiálu na jednotlivých taktech.Technický plán je představen na obrázku č.10. Nejprve vytvoříme nebo otevřeme zaváděný projekt, potom importujeme příslušná produktová data pro patřičný projekt. Dále zavedeme patřičné operace a přiřadíme jim náležité díly, pak provedeme hrubé taktování. V layoutu detailně rozmístíme materiál a oddělení průmyslových inženýrů provede rozčlenění všech operací na elementární kroky. Pomocí modulu Industrial Engineer provedeme časovou analýzu jednotlivých kroků.

Obrázek 10 - Procesní rětězec

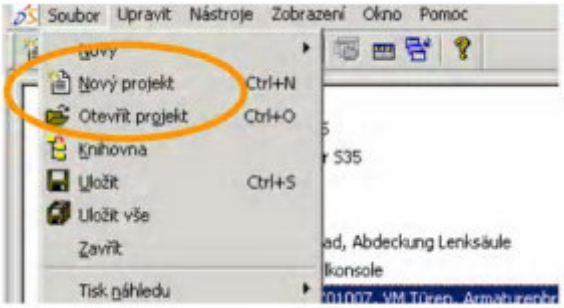


Zdroj: DELMIA Process Engineer

3.5.1 Tvorba struktury projektu a import produktových dat

Prvním krokem po spuštění systému DPE je otevření projektu a pokud není ještě žádný projekt založený, tak jeho vytvoření, viz. obrázek č.11. Projekt se vytváří potvrzením nabídky v kontextovém menu dle obrázku č.11, což vyvolá nabídku, ve které se definuje strukturovanost vlastního projektu, vzhled a povaha kontextových menu na jednotlivých úrovní. Vedle tohoto uživatelského nastavení projektu je v této nabídce možnost i volby standardního nastavení projektu definovaného výrobcem. Po nadefinování struktury projektu dochází k jeho vytvoření. Systém vytvoří hlavní uzel projektu, což představuje jeho vlastní název a "Projektovou knihovnu", která obsahuje definici struktury projektu a zároveň se v ní ukládají všechny systémové elementy vlastního projektu. Dále každý projekt ve firmě Škoda Auto a.s. obsahuje knihovnu "Master_Audi, ViMo_3", to je knihovna, která obsahuje všechny projekty z automobilky Audi. Vyvoláním kontextového menu na hlavním uzlu se vytvoří uzly "Produktsicht", "Ressourcesicht", "Prozessicht" a "Logistiksicht", čímž se dojde ke struktuře na obrázku č.12.

Obrázek 11 - Založení projektu



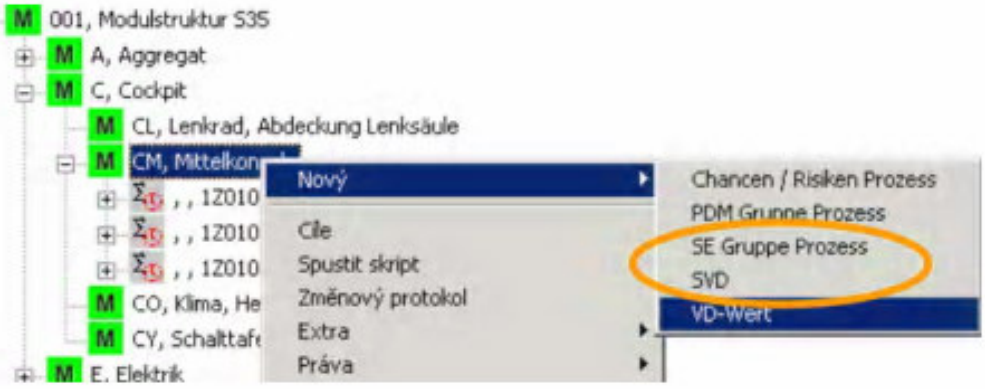
Zdroj: DELMIA Process Engineer

Obrázek 12 - Struktura DPE

Zdroj: DELMIA Process Engineer

Jak je vidět z obrázků, struktura systému DPE je stromovitá. To umožňuje snadnou a rychlou orientaci mezi větvemi. Další jeho výhodou je prostředí připomínající systém Windows, které umožňuje přesunování elementů z jednoho okna do druhého. Při tvorbě dalších větví stačí označit větev, ze které se vychází a v kontextovém menu zvolit nabídku "Nový" (obr. č.11). Poté si vybrat z možností pro tvorbu SETů pomocí příkazů "SE Gruppe Prozess" a pomocí příkazu "SVD" vytvořit jednotlivé skupiny. Takto se lze dostat až ke struktuře, která je na obrázku přílohy č.12. Až sem se jedná o činnost, kterou nedělá plánovač, ale příslušné oddělení spravující tento systém, a které na základě požadavku vytvoří strukturu projektu, jaká bude potřeba.

Obrázek 13 - Tvorba větví systému DPE



Zdroj: DELMIA Process Engineer

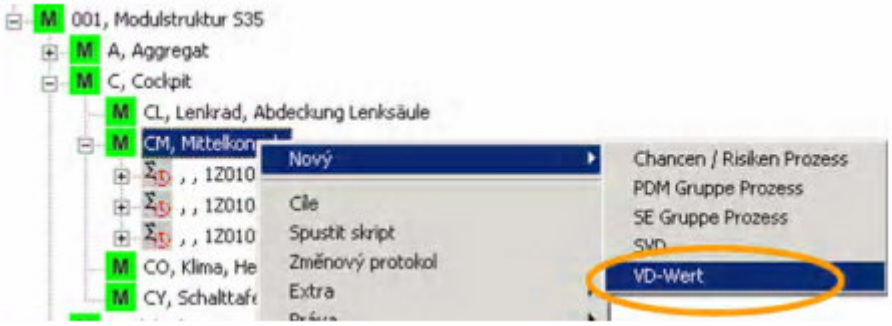
Import produktových dat

Import dat do oblasti "Produktsicht" se provádí pomocí tzv. skriptu, který se vybere přes nabídku "Spustit skript"v kontextovém menu.

3.5.2 Tvorba operací a jejich provázání

Ve fázi tvorby operací začíná plánovací činnost pracovníka. Ten si ve větvi "Processsicht" a v příslušném SETu po zvolení nabídky "Nový" v kontextovém menu vytvoří operaci pomocí příkazu "VD-Wert" dle obrázku č.14. Aby byla příslušná operace jednoznačná, je potřeba vyplnit jednotlivé parametry. Jedná se o parametry jako je název operace, návrh taktu, druh činnosti nebo výběr plánovacího úseku. Dále systém umožňuje ve vlastnostech příslušné operace nastavit tzv. odhadovaný čas. To je odhadnutý čas trvání dané operace na základě praxe nebo znalostí časů stejných operací již z předešlých projektů. Dále ve vlastnostech operace do kolonky "Langtext" zadává technologický postup.

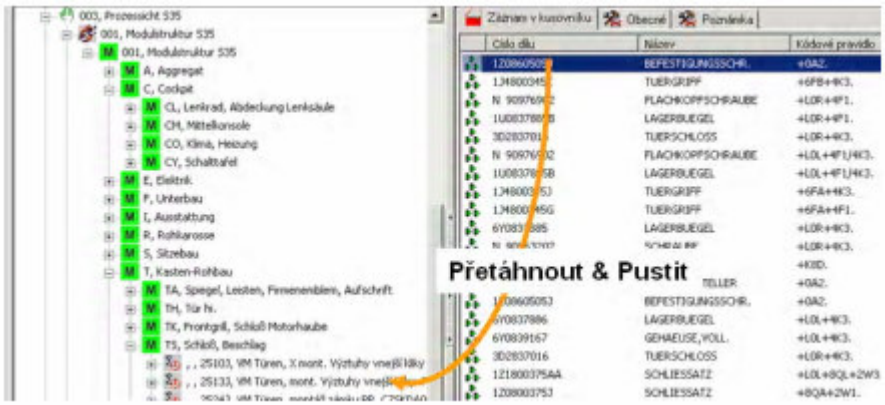
Obrázek 14 - Tvorba operací



Zdroj: DELMIA Process Engineer

Technologický postup mapuje slovním popisem činnosti charakterizující příslušnou operaci. Vytisknuté technologické postupy slouží jako montážní návodky operátorům na lince. Když jsou operace a jejich jednotlivé kroky hotové, tak přiřadíme každé operaci díl, který ji patří. Když patřičný díl najdeme v oblasti "Produktsicht", pak ho jednoduchým uchopením a puštěním přetáhneme na danou operaci, jak je vidět na obrázku č.15.

Obrázek 15 - Přiřazení dílu na operaci



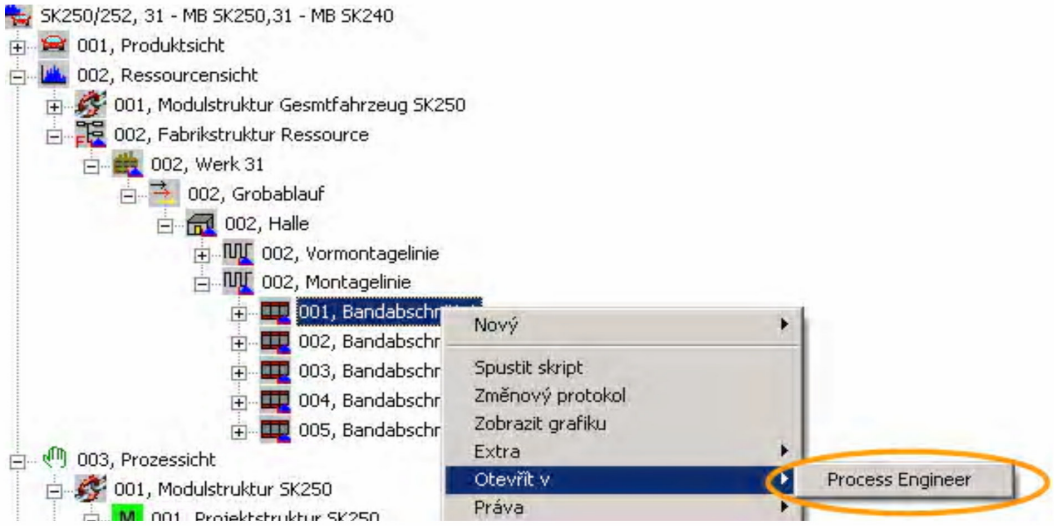
Zdroj: DELMIA Process Engineer

Na každé operaci může být počet dílů dle potřeby. Po znovunačtení celého projektu nebo jenom příslušné větve dojde ke změně ikony operace i dílu. Tato změna je buď barevná nebo příznaková. Znamená, že daný díl a operace jsou provázané. Každý díl přísluší určité oblasti v "Prozessicht", to znamená určitému SETu a operaci. Z toho vyplývá, že jeden díl nemůže být na více operacích. A proto je tato změna ikony při provázání dílu tak důležitá. Umožní totiž vizuální kontrolu, zda daný díl je či není obsazen a tudíž nemusíme dalšími příkazy kontrolovat jeho vlastnosti. Tato vizualizace změn ikon je značným zrychlením procesu. Zde se ale narazilo na jeden z nedostatků těchto příznaků. Je-li díl propojen s přepravkou a každý díl je vždy propojen s určitým druhem přepravky, změní se příznak dílu na ikoně. Ale tato změna příznaku je stejná jako při propojení dílu s operací. To vede k představě, že daná operace je již propojená s dílem a v konečném důsledku by se mohlo stát, že by na lince chyběl materiál. Po upozornění na tento stav a návrhu odlišnosti příznaku se tento problém zařadil na seznam bodů, které se budou dále řešit. Změna ikon nenastává pouze vlivem provázanosti dílu s operací, ale nastává například při zavádění, mazání či editování dílů, montážních celků nebo dokumentů. Tyto vizuální příznaky jsou důležité nejen z hlediska rychlejší a snadnější orientace v systému, ale taky rychlejšího rozpoznání změn daného dílu, montážního celku či dokumentace.

3.5.3 Hrubé taktování

Když jsou hotové potřebné operace a s nimi provázány příslušné díly, může se začít s tzv. hrubým taktováním. Před vytvořením nebo otevřením hrubého taktování je třeba nejprve ve stromové struktuře otevřít zdroj v PPR Hubu. Ten se otevře v kontextovém menu pomocí volby "Otevřít v" – "Process Engineer", jak je znázorněno na obrázku č.16. Otevření zdroje na PPR Hubu je důležité proto, abychom mohli manipulovat s materiálem na layoutu, editovat diagram zobrazení nebo editovat rozmístění operací na jednotlivých taktech. Hrubé taktování se provádí při prvotních návrzích rozmístění operací a rozložení materiálu na lince. Po hrubém taktování nastupuje zataktování jemné, což není nic jiného než konečná verze hrubého zataktování. Montážní linka ve firmě Škoda Auto a.s. je rozdělena na pět úseků po dvaceti pěti taktech.

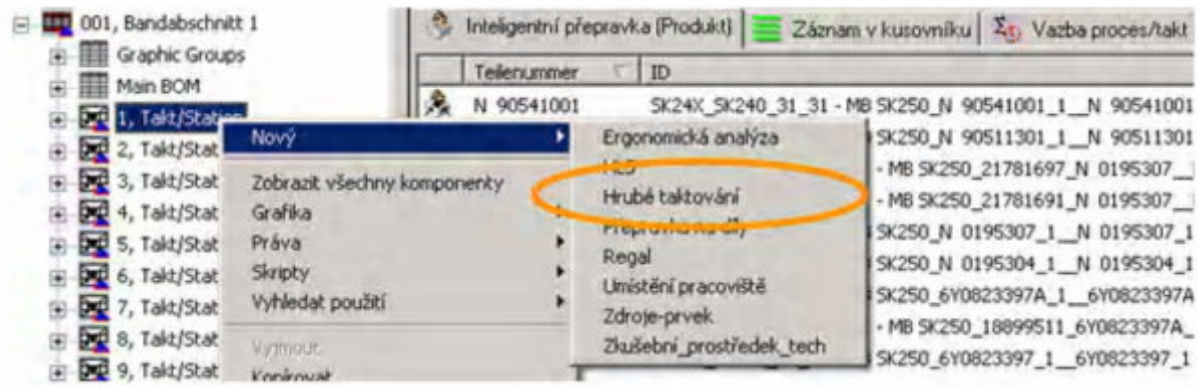
Obrázek 16 - Otevření zdroje v PPR Hubu



Zdroj: DELMIA Process Engineer

Hrubé taktování se vytvoří v kontextovém menu pomocí volby "Nový" – "Hrubé taktování", jak je znázorněno na obrázku č.17. Zde je důležité, jak zataktování vytvoříte. Možností je několik. První je ta, že vytvoříte celé zataktování pro celou linku. Tato možnost se nedoporučuje, protože jakmile budete toto hrubé zataktování editovat, mají ostatní kolegové přístup na celou linku pouze čtecí. Další možnost je vytvoření hrubého taktování pro každý takt zvlášť a to např. při sto dvaceti pěti taktech, z kterých se skládá montážní hala ve firmě Škoda Auto a.s., se vytvoří sto dvacet pět hrubých taktování, což dělá daný projekt značně nepřehledným. Na nepřehlednosti ještě přidává to, že návrhů na hrubé taktování může být několik. Tato varianta z již zmíněných důvodů není k doporučení. Třetí možnost je rozdělit si linku na několik úseků a vytvořit hrubé taktování pro každý úsek zvlášť. Tento způsob je dle mého názoru optimální. Při vytvoření hrubého taktování se zobrazí tři okna a to "standardní zobrazení tabulky", "zobrazení diagramu" a "zobrazení vyskladnění materiálu".

Obrázek 17 - Založení hrubého taktování



Zdroj: DELMIA Process Engineer

A) Standardní zobrazení tabulky

Okno "Standardní zobrazení tabulky" je členěno dle operací a taktů. Tato tabulka obsahuje např. systémové číslo operace (VD Nummer, což je číslo přiřazené systémem), Produktové ID (Prod ID, značí modelovou řadu automobilu), jméno operace (VD Name), časové analýzy (Zeit LIM, Zeit Avant). Zeit LIM a Zeit Avant jsou pozůstatky označení časových analýz z automobilky Audi. Ve firmě Škoda Auto a.s. jsou tato označení totožná a znamenají časovou analýzu dané operace. Dále tato tabulka obsahuje výšku automobilu na taktu (Höhe, určuje vzdálenost prahu automobilu od země) a plánovače, který vytvořil příslušné operace.

B) Zobrazení diagramu

Okno "zobrazení diagramu" je složeno ze sloupečků a každý sloupeček je složen z časů jednotlivých operací. Červená přímka rozděluje sloupečky po délce trvání jednoho taktu. Pomocí tohoto diagramu okamžitě známe celkový čas (je to součet časů všech operací na daném taktu), vytíženost (udává, z kolika procent je vytížen daný takt), chod naprázdno (čas, při kterém je operátor v nečinnosti), počet operátorů potřebných na příslušném taktu a dobu trvání taktu. Dále toto okno ukazuje celkovou vytíženost zataktovaného úseku, celkovou dobu chodu naprázdno, celkový počet operátorů potřebných pro daný úsek, optimální počet operátorů a optimální čas běhu linky naprázdno.

C) Zobrazení vyskladnění materiálu

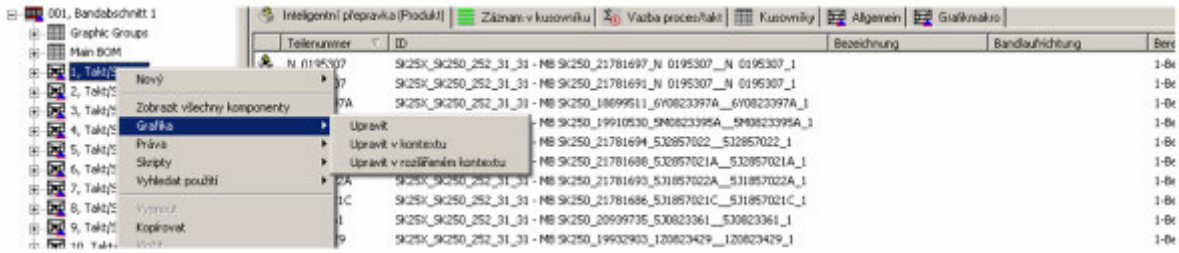
Okno "zobrazení vyskladnění materiálu" ukazuje vychystávaný materiál v 2D prostoru na úseku linky, který je taktován. Výhody tohoto 2D zobrazování spočívají v jeho rychlosti při manipulaci materiálu. Protože 2D rozhraní nevyžaduje tak velké nároky na grafickou kartu, nedochází k časovým prodlevám při manipulaci s materiálem. Pokud by docházelo k prodlevám, ztrácel by tento nástroj na efektivnosti. Velká nevýhoda je, že zde zcela chybí pokrytí layoutu grafikou ze systému Microstation. Což vede k tomu, že nepoznáte, zda daný materiál, který rozmísťujete po layoutu, nedáváte do prostorů, kde jsou zakázané zóny, sloupy nebo jiné překážky. Další obrovská nevýhoda je, že nevidíte, s jakým materiálem manipulujete, pouze je vidět k jaké operaci materiál patří pomocí odkazových přímek, které se zobrazí při pohybu s materiálem. Popis na přepravkách nebo jejich jiné označení v tomto zobrazení vidět není. Tyto skutečnosti vedou k tomu, že se toto okno nevyužívá vůbec nebo jenom v prvotních fázích projektu, kdy je zapotřebí jen rámcově rozmístit materiál na taktu.

Všechna tři okna hrubého taktování na obrázku přílohy č.2 jsou vzájemně propojeny, což znamená, že při přesunu operace, např. operace z jednoho taktu na takt následující, se tato operace automaticky přesune i ve všech zbývajících oknech a v okně "zobrazení diagramu" se hodnoty sloupečků a výpočtů upraví dle těchto změn. Díky výše zmíněným vlastnostem, které první dvě okna (standardní zobrazení tabulky, zobrazení diagram) mají, se tato okna stávají neoddělitelným nástrojem a pomocníkem při plánování výroby. V krátkém čase dokáže tento nástroj určit a zobrazit informace, které si předtím musel plánovač kontrolovat ručně.

3.5.4 Prostorové zobrazení linky (layout)

Při detailnější práci s materiálem na lince je zapotřebí pracovat přímo na layoutu. Layout se může otvírat po jednotlivých taktech, úsecích linky nebo se dá otevřít celá linka najednou. Doba otvírání jednotlivých částí, rovněž i možnost ostatních uživatelů přístupu na editovanou část linky, se odvíjí od toho, jak velká část linky je otevřena. Aby bylo možno editovat layout, je zapotřebí nejprve otevřít zdroje na PPR Hubu (viz. obr. č.16). Pak se v kontextovém menu vybere nabídka "Zobrazit grafiku" a zde se otevřou tři možnosti zobrazení layoutu, viz. obrázek č.18.

Obrázek 18 - Nabídka zobrazení layoutu



Zdroj: DELMIA Process Engineer

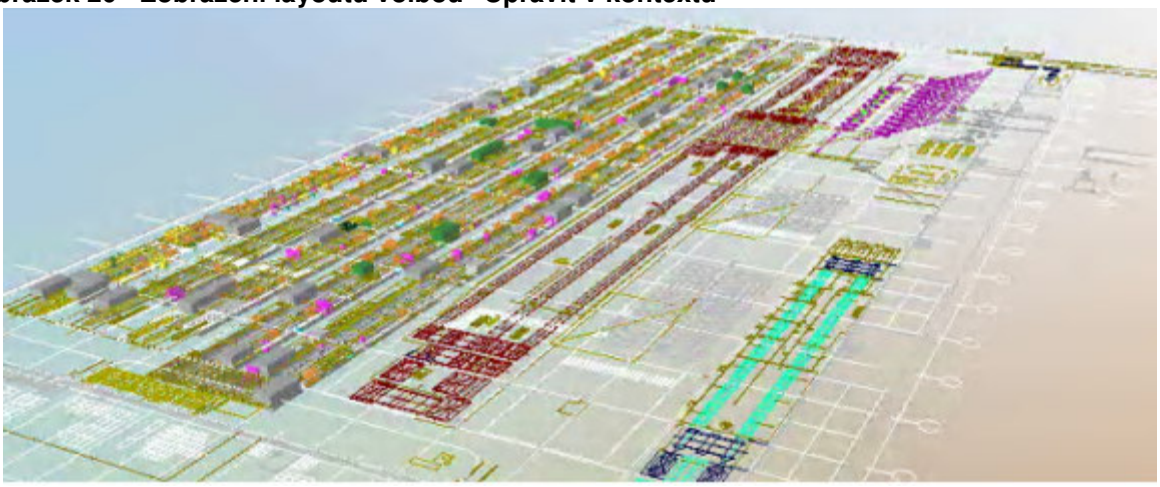
První možnost, "Upravit", je ta nejjednodušší a zároveň nejrychlejší podoba otevření layoutu, viz. obrázek č.19. Takto otevřený layout neobsahuje pokrytí podlahy ze systému Microstation, tudíž nepoznáte, zda místo, kam vyskladňujete materiál, neobsahuje sloupy, schody nebo jiné části, na které není možno postavit materiál. Z tohoto důvodu slouží spíše pro první fáze rozmísťování materiálu na taktu.

Obrázek 19 - Zobrazení layoutu volbou "Upravit"

Zdroj: DELMIA Process Engineer

Při druhé možnosti, "Upravit v kontextu", se layout otevře i s pokrytím podlahy ze systému Microstation, viz. obrázek č.20. Takovéto otevírání layoutu trvá podstatně déle, protože obsahuje více informací a tím zase dává názornější přehled o toku materiálu na lince.

Obrázek 20 - Zobrazení layoutu volbou "Upravit v kontextu"



Zdroj: DELMIA Process Engineer

Při tomto zobrazování se vyskytl problém se zobrazením zakázaných zón, které se na layoutu nevyskytují. Zakázané zóny jsou oblasti, ve kterých nemůže být vychystáván materiál, protože v nich jsou např. manipulátory, sloupy nebo schody. Bez vyznačení zakázaných zón se tento modul nedá plnohodnotně využít, protože nepoznáte, kam materiál můžete či nemůžete vyskladnit. Třetí možnost, "Upravit v rozšířeném kontextu", je možnost zobrazení layoutu dle vámi zvolených parametrů. Po vybrání jedné z možností je layout připraven k editaci. V této části (viz. obr. č.21) jsou funkce, které umožňují různé způsoby zobrazování, např. drátově, objemově nebo objemově s hranami, dále umožňují různé náhledy na layout,

např. půdorys, bokorys nebo 3D pohled. Také jsou zde funkce, které umožňují manipulaci materiálu po lince. Jedná se o funkce umožňující rotovat nebo posouvat s materiálem ve všech třech osách. Souřadnice jsou na výběr relativní a absolutní. Relativní jsou souřadnice vztažené k hmotnému středu přepravky. Absolutní souřadnice jsou vztaženy ke středu zobrazovaného layoutu. Důležitost těchto souřadnic nastává při manipulaci dílů po nakloněných rovinách, kdy dochází ke kombinaci obou souřadných systémů.

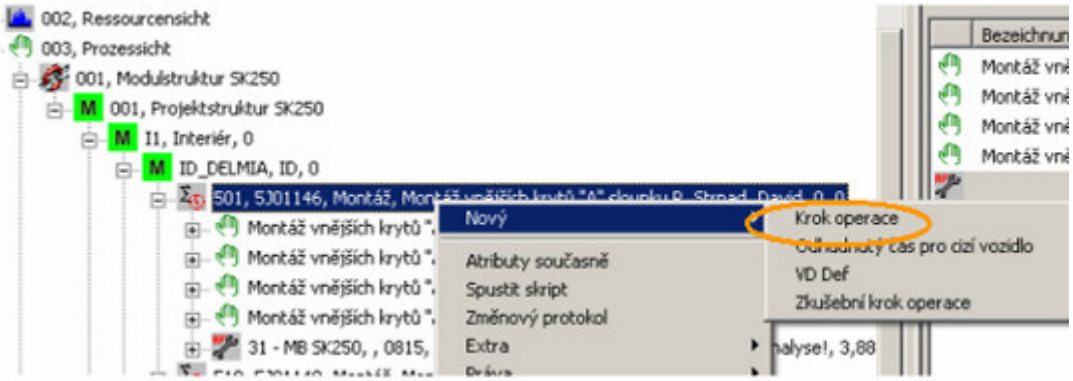
Obrázek 21 - Editace layoutu

Zdroj: DELMIA Process Engineer

3.5.5 Kroky operací časová analýza

Každá operace se skládá z několika kroků, které vytváříme dle obrázku č.22. Součtem všech kroků na operaci dostaneme operaci, jak z hlediska montážního postupu, tak i doby trvání operace. Proto je snahou průmyslových inženýrů rozfázovat operace na elementární pohyby, z kterých se pak snadno sestaví MTM analýza.

Obrázek 22 - Vkládání kroků operace



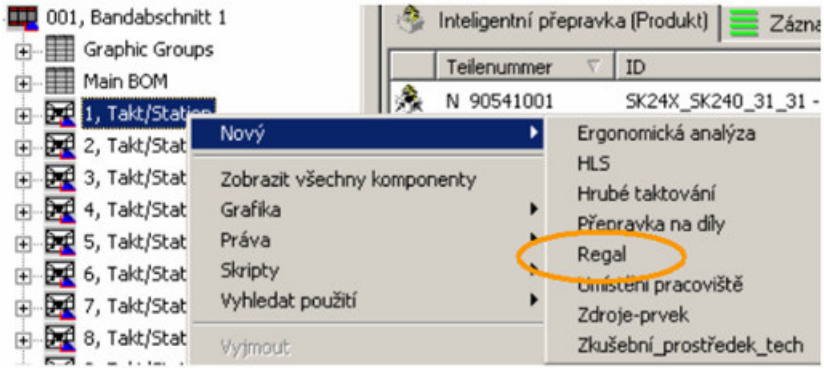
Zdroj: DELMIA Process Engineer

Po přidání modulu Industrial Engineer (dále jenom IE) k systému DELMIA Process Engineer je možno v tomto systému tvořit časové analýzy jednotlivých kroků operace. Kroky jednotlivých operací jsou složeny ze základních pohybových prvků. Každému takovému základnímu pohybu je přiřazena normovaná doba trvání, jejíž délka je předurčena danými vstupními veličinami. Pro určení normované doby trvání používá modul IE čtyři základní metody a to jsou MTM1, MTM2, UAS, MEK. MTM1 je analýza s velmi vysokým stupněm rozlišení (pro hromadnou výrobu), MTM2 je zjednodušená MTM1 analýza (pro hromadnou a velkosériovou výrobu), UAS je Univerzální Analytický Systém souhrnných pohybů (pro sériovou výrobu). MEK analýza je tvořena souhrnnými pohyby (pro malosériovou a kusovou výrobu). Analýza modelu IE je velmi rozsáhlé téma, ale jelikož není cílem této práce, nebudu se touto analýzou dále zabývat.

3.5.6 Vkládání systémových elementů a dokumentace

Layout obsahuje např. regály, manipulátory nebo roboty. To jsou prvky layoutu, které se musí importovat z knihovny systémových prvků. Vložení systémových prvků můžeme provést dvojím způsobem. První možnost je, že se na příslušném taktu vyvolá nabídka v kontextovém menu, "Nový" – "Regal" (viz. obrázek č.23). Zvolením této nabídky dojde k vyvolání dialogového okna, ve kterém je nejdůležitější kolonka s tzv. "Regalnummer". Tuto kolonku můžeme vyplnit dvěma způsoby. První způsob spočívá v použití již existujícího systémového čísla prvku v systémové knihovně, čímž dojde k duplikaci již existujícího prvku. Druhý způsob je zadání nového systémového čísla, čímž dojde k vytvoření nového elementu bez jakéhokoliv parametru. Do takto vytvořeného elementu se dají vložit jakákoliv grafika ve formátu "cgr" a tím i vytvořit jakýkoliv prvek. Nebo druhý způsob vkládání systémových prvků je, že si v systémové knihovně zvolíme oblast, do které chceme prvek vložit a vyvoláním nabídky v kontextovém menu "Nový systémový prvek" tam prvek vložíme. Nyní po otevření layoutu se námi vytvořený prvek na něm zobrazí. DPE umožňuje širokou škálu dokumentace, kterou je možné editovat nebo tvořit uživatelem pomocí programů Visual Basic, Java a C++. Vyvoláním nabídky "Skripty" v kontextovém menu je možnost potřebnou dokumentaci přes Microsoft Excel exportovat z DPE.

Obrázek 23 - Vkládání systémových prvků



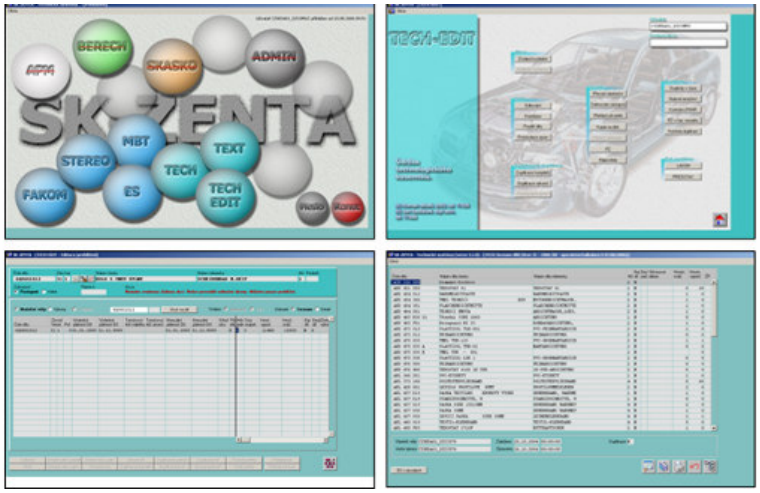
Zdroj: DELMIA Process Engineer

3.6 Analýza hlavních rozdílů systému z pohledu uživatelů

3.6.1 SK-ZENTA

Aplikace SK – Zenta je systém, který se skládá ze souboru několika různých modulů, viz obrázek č.24. Z hlediska montáže automobilu a charakteru této práce je důležitých jenom několik modulů. Jedná se o konstrukční kusovník a technologický kusovník a modul MBT. Konstrukční kusovník je tvořen modulem ES (jinak ESON). V tomto modulu se nacházejí všechny díly, které souvisí s konstrukcí automobilu. Další oblast, která je důležitá z hlediska montáže auta, je technologický kusovník, který je tvořen dvěma moduly. Jedná se o moduly TECH – EDIT a TEXT. V modulu TECH – EDIT tvoříme montážní operace, ty následně dělíme na jednotlivé kroky a to vše pak přiřadíme na určitý takt. V modulu TEXT se tvoří, editují a tisknou montážní návodky. Modul MBT spravuje tzv. PR podmínky, tzn. specifikace výbav. Každá výbava má specifickou PR podmínku a soubor těchto PR podmínek definuje kompletní vybavení vozu.

Obrázek 24 - SK – Zenta



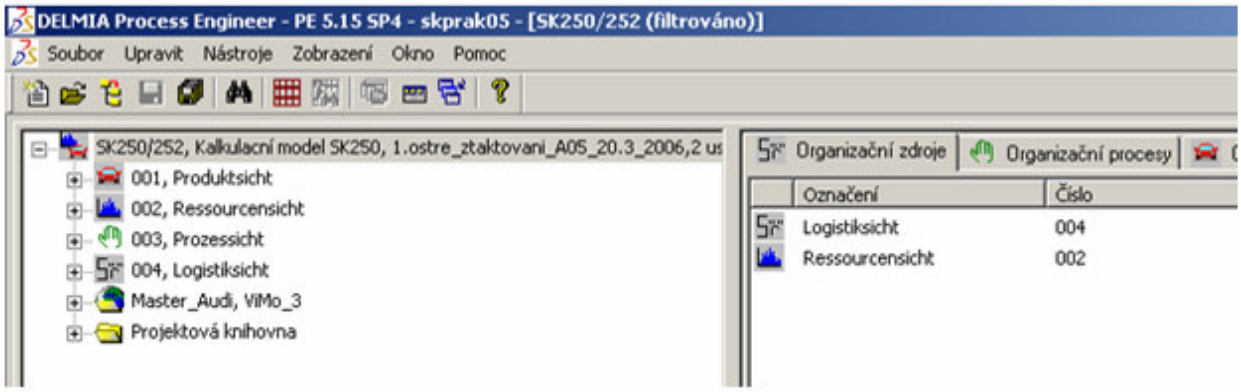
Zdroj: SK – Zenta

3.6.2 Delmia

Grafické rozhraní v programu Delmia je podobné, které uživatelé znají z operačního systému Windows. Liší se tím, že v levé straně jsou ve stromové struktuře uspořádány záložky 001 – 004. V pravé části jsou detailní informace o požadované operaci, viz obrázek č.25.

- 001, Produktsicht – zde jsou uloženy všechny informace o materiálu (č.dílu, takt, atd.)
- 002, Ressourcensicht – zde je umístěno ztaktování celé linky a předmontáže
- 003, Prozessicht – zde jsou všechny technologické postupy a návodky
- 004, Logistiksicht – logistický modul

Obrázek 25 - Struktura Process Engineer



Zdroj: DELMIA Process Engineer

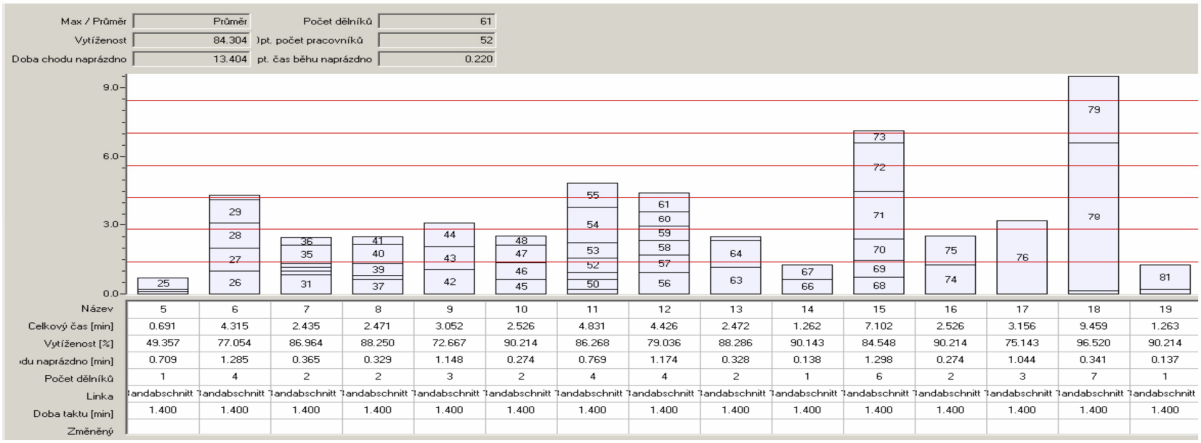
Ovládání softwaru je jednodušší a přehlednější než u systému SK-Zenta, kde je nutné pro získání určitých informací, např. o určitých operacích na taktu 3, znát aspoň jedno číslo dílu. DPE si pracovník rozklikne modul 002, kde jsou takty a v nich skryté operace. DPE je pro uživatele rychlejším pomocníkem při hledání informací.

Mezi další výhody tohoto softwaru patří rychlá konvergence dat do přehledných tabulek pomocí předepsaných skriptů. Pokud pracovník hledá díly, které nejsou provázány s operací a nejsou zataktovány na výrobní lince, nebo potřebuje informace ohledně technologických postupů, jsou pro něho připraveny příslušné skripty, které vygenerují z celého projektu právě tyto díly během několika vteřin. Další rychlou funkcí je červený rámeček v hlavním panelu, který umožňuje převést informace do interaktivní tabulky, kde lze hromadně měnit informace, např. vychystání dílu v sekvenci. Tento úkon se provede stejně jako v tabulkovém editoru Excel pouhým roztažením příslušných dat. Ta jsou uchována a změněna v celém projektu a zároveň graficky promítnuta do prostorového rozvržení projektu.

3.6.2.1 DPE

Pokud pracovník otevře Delmia Process Engenire, hrubé taktování, otevřou se tři okna, která detailně popisují vybraný úsek linky. Tabulka vypisuje přehled operací na jednotlivých taktech linky (viz obr. č. 26). Pokud jednu z operací označíme, promítne se i do zbylých dvou oken, z nichž jedno je zobrazení linky v 2D rozvržení a poslední okno je grafické znázornění linky s velice zajímavými informacemi (viz obr. č. 27). Označenou operaci mohu libovolně přesouvat z taktu na takt podle potřeby.

Obrázek 26 – Zobrazení linky pomocí sloupcového grafu

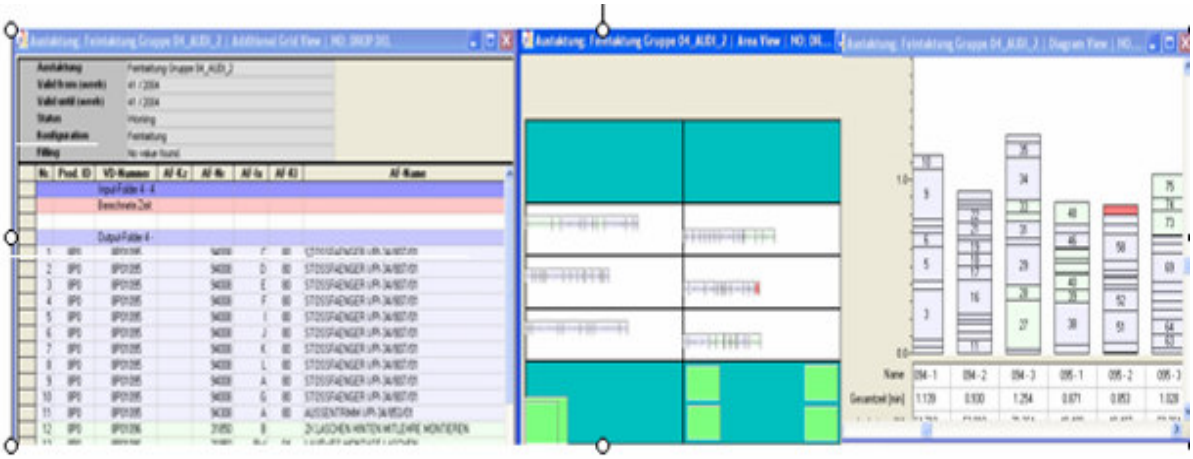


Název	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Celkový čas [min]	0.691	4.315	2.435	2.471	3.052	2.526	4.831	4.426	2.472	1.262	7.102	2.526	3.156	9.459	1.263
Vytíženost [%]	49.357	77.054	86.964	88.250	72.667	90.214	86.268	79.036	88.286	90.143	84.548	90.214	75.143	96.520	90.214
du naprázdno [min]	0.709	1.285	0.365	0.329	1.148	0.274	0.769	1.174	0.328	0.138	1.298	0.274	1.044	0.341	0.137
Počet dělníků	1	4	2	2	3	2	4	4	2	1	6	2	3	7	1
Linka	Randabschnitt	Randabschnitt	Randabschnitt	Randabschnitt	Randabschnitt	Randabschnitt	Randabschnitt	Randabschnitt	Randabschnitt	Randabschnitt	Randabschnitt	Randabschnitt	Randabschnitt	Randabschnitt	Randabschnitt
Doba taktu [min]	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
Změněný															

Zdroj: DELMIA Process Engineer

Znázornění linky pomocí sloupcových grafů informuje spolu s tabulkou o počtu operací na taktu, náročnosti operací, nastaveném čase pro takt, počtu pracovníků, kteří budou muset dané operace provést. Operace lze tažením myše přemístit z taktu na takt, při každém přesunu se data v tabulce přepočítají.

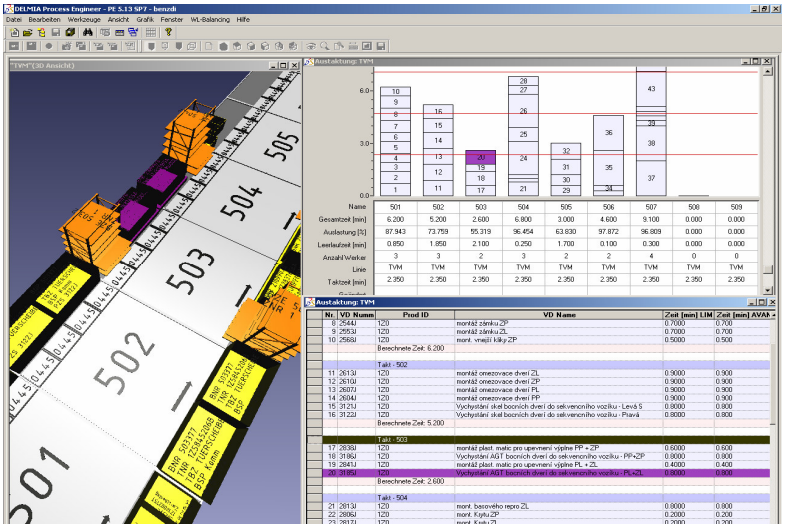
Obrázek 27 – Hrubé taktování



Zdroj: DELMIA Process Engineer

Velkou výhodou projektu digitální továrny je vizualizace, provázanost jednotlivých úkonů a hlavně změn. Když pracovník A provede přesun operace, tak se tato změna promítne pracovníkovi B, čímž je možné předcházet mnoha nedorozuměním a problémům. Lze tím také předcházet komplikacím na výrobní lince. Na obrázku č. 28 je vidět, že označená operace se promítne na prostorovém rozvržení výrobní linky, kde se označí materiál, který s danou operací souvisí. Jestliže pracovník přesune danou operaci na jiný takt, musí počítat i s tím, že tato operace s sebou přesune např. dvě palety, které se musí na následujícím taktu umístit. Zde může nastat několik problémů. Na nově vybraném taktu nebude dost místa na materiál, což se nechá řešit několika způsoby, např. přebalením materiálu do jiného obalu, který by požadavky na prostor splňoval, zavést sekvenci, atd.. Dalším problémem by mohla být špatná proveditelnost této operace, což by znamenalo přesun ještě několika operací, aby nedošlo ke kolizi nebo znemožnění provedení úkonu. DPE a DWG by tyto problémy měly řešit s velkým předstihem, který ušetří čas i peníze, zefektivní plánovací proces.

Obrázek 28 - Provázanost layoutu s hrubým taktováním



Zdroj: DELMIA Process Engineer

Tabulka 5 - Srovnání SK Zenta X Delmia

Vybrané aspekty	SK- Zenta	Delmia
Navazování dílů	Navazování dílů, např. jeden díl s deseti indexy se musel ručně napsat a přiřadit jeden po druhém.	Čerpá z konstrukčního kusovníku, je možno přiřadit všech 10 dílů do operace jedním přetáhnutím myši
Imteraktivita a prostorové zobrazení	Není on-line - změny jsou vidět až po načtení dat z databáze.	On-line grafika – zataktovat operaci - layout, změny jsou okamžitě k nahlédnutí a zvýrazněny barvou a symboly.
Ergonometrie	Nemá tyto výstupy	Možnost měření vzdálenosti, využitelnost pracovníků, ergonomie pracovního úkonu.

Tabulka 6 - Pozitiva a negativa Delmie

DELMIA	
pozitiva	***Negativa***
přehlednost - stromovitá struktura, práce v interaktivním prostředí	při otevření Bandabschnitu s 25 takty v DPE se tato část linky uzavře pro zbytek uživatelů
velká databáze dat	neumí aktuálně pracovat se správou materiálu ve skladech a na výrobní lince
změny se okamžitě promítají do prostorového zobrazení linky, operací, zataktování linky	neumí tisknout kanban štítky
rychlé ztaktování linky	neumí automaticky zarovnat např.KLT obaly do regálů na prostorovém zobrazení
knihovna projektů	
knihovna nářadí, přípravků, manipulátorů	
možnost vytvoření skriptů, které vyhledávají specifická data	
kontrolní skripty pro vedoucí pracovníky	
DPE – detailní rozpracovanost linky, jednotlivé operace, pracnost, počet lidí na takt, atd..	

3.7 Celkový přínos pro rozhodování manažerů

Systém digitální továrny je naprostou nutností. Nároky na rychlost při tvorbě nových projektů v průmyslu si vyžaduje rychlý a komplexní systém. Největší přínos z pohledu managerů a využití přímo v praxi vidím:

- **efektivnější komunikace** – omezení komunikačních šumů, které vznikají ve všech dosavadních systémech, kde nemají jednotlivé systémy navzájem propojeny, takže si každý pracuje na svém. Opomenul-li pracovník některou z provedených změn nahlásit, spustí tím kolotoč zmatků a nedorozumění, které zabírají čas a někdy i nemalé finanční prostředky. V komplexním řešení, které digitální továrna bezesporu představuje, jsou data o výrobku monitorována od jeho vzniku až po prodej konečnému zákazníkovi. Systém umožňuje přístup jednotlivým profesím v rámci výrobního procesu k datům, která se jich bezprostředně dotýkají.

- **rychlost komunikace** – v komplexních řešeních se o změně pracovníci dozvídají v těsné návaznosti po jejím provedení automaticky. V případě, že by řešení, navržené kolegou, zásadně ovlivnilo koncept projektu, je zde dostatek času na přímou komunikaci a hledání optimálního řešení.

- **omezení a predikce rizik** – omezení rizikových rozhodnutí, která by mohla zpomalit náběh nového vozu nebo způsobit kolizní situace, díky vizualizaci lze mnoho problémových situací vyřešit již plánováním linky, taktů, umístěním operací nebo materiálu. Jak už bylo zmíněno v teorii o digitální továrně v kapitole č.2, každá, i malá úspora v průběhu plánování výroby se vrátí několikanásobně při samotné výrobě.

- **vizualizace** – jedna ze zásadních změn a jeden z hlavních znaků PLM řešení. Vizualizace výrazně přispívá k bodům, které jsem zmínil, jako je komunikace, predikce rizik, ale také usnadňuje představivost při řešení úkolů a zpřesňuje rozhodnutí.

- **interaktivita** – přesun operace, změna času na provedení operace, změna balení, se okamžitě promítá do celého projektu. Při změně jsou přepočítána data, nastavené nové

hodnoty. Manager si může vybrat optimální řešení, ověřit nový postup přímo v projektu a pokud by jeho dopad byl pozitivní, tak tento postup uložit a provést příslušné změny.

- **variabilita** – systémy jako je DPE umožňují velkou variabilitu při práci s daty. Manager si pro kontrolu svého týmu může vytvořit skripty, kde budou data potřebná. Během pár vteřin vše exportovat např. do Excelu a provádět další analýzu pro kontrolu nebo důležité rozhodnutí.

- **možnost provádět optimalizace** – v systému DPE je uloženo několik projektů, pokud jde např. o Škoda Auto a.s., tak v současné době jsou v databázi vytvořeny projekty – SK-240 (starý model Fabie – pracovní označeníA04), SK-250 (nová Fabie – pracovní označení A05), SK-451 (Superb – prac.ozn. B5) a připravuje se projekt B6, což je nový model Superba. Knihovna projektů se bude neustále rozšiřovat, vedoucí pracovníci si budou moci provést různé optimalizační analýzy, poznatky z nich využít při tvorbě nového projektu. Knihovny budou sloužit i k řešení problémových úseků, které půjdou lehce porovnat s již běžícím nebo ukončeným projektem, kde již nějaké řešení podobného projektu existuje. Dalo by si říci, že knihovna projektů může sloužit i pro inspiraci pracovníků.

- **zajistit bezpečnost pracovníků** – bezpečnostní technik může, ještě před stavbou pracoviště, vytvořit simulaci taktu s pracovními úkony, které nebudou odporovat bezpečnostním normám. Pomocí MTM analýzy lze nasimulovat náročnost pracovních operací a pracoviště upravit tak, aby nedocházelo k pracovním úrazům nebo pohybům, které by při dlouhodobém působení na tělo pracovníka způsobovaly následky trvalejšího charakteru.

- **plánování lidských zdrojů** – pro vedoucího pracovníka je velmi důležitou informací, co se bude vyrábět, jak se to bude vyrábět, popřípadě kde, ale mezi ty nejdůležitější zcela jistě patří kdo, kolik lidských zdrojů bude zapotřebí. V případě produktu od firmy Dassault Systémes Group lze během sestavování výrobní linky určit přesný počet pracovníků. Tato informace je velice důležitá již v počáteční fázi projektu, protože nábor pracovníků s určitým vzděláním je nutné zahájit co nejdříve.

Integrace počítačových systémů v jeden je nutný trend, který si vyžadují neustále zvyšující požadavky zákazníků a také rostoucí konkurence. Nové komplexní systémy přinášejí mnoho výhod, ale také rostoucí hardwarové nároky, cena pořízení také neustále roste, což patří mezi nevýhody. Návratnost investic je u velkých podniků velice rychlá, viz. kapitola č.1, ekonomický přínos digitální továrny. Jednou z nevýhod je také čas, který je nutný na implementaci nového systému a jeho 100% fungování, které není ze dne na den, příprava na zavedení systému je velmi náročná. Správa komplexního systému je také složitější než udržovat jeden samostatný program.

V dnešní době jsou nejcennějším artiklem informace, správná informace v pravý čas může vydělat nebo ušetřit velké peníze. Trend, který je nastaven ve společnosti, je globalizace, k níž velkou měrou přispívají informační technologie, hlavně internet. Digitální továrna je postavena jako vnitřní síť, obrovská databáze, která obsahuje ta nejdůležitější data pro vznik produktu jako je např. automobil, loď, letadlo, uchovávají se zde postupy, know-how jednotlivých útvarů. S tímto jsou spojena i další rizika se zajištěním bezpečnosti dat.

4. Požadavky na software před zavedením v pobočných závodech

Delmia je velká databáze, která komparuje data z mnoha zdrojů v jeden celek, což umožňuje snažší a rychlejší získávání potřebných údajů. Před zavedením softwaru v závodě v Kvasinách bych doporučil udělat následná opatření, která by měla zaručit lepší funkčnost a obslužnost softwaru při zavádění nové modelové řady vozu.

4.1 Návrh č. 1

Po zkušenostech z praxe, kterou jsem absolvoval v závodě v Kvasinách a v Mladé Boleslavi, kde jsem pracoval se softwarem Delmia, bych se zaměřil na to, aby před zavedením tohoto systému v Kvasinách byla do Delmie zavedena tzv. „Šablona“, která by dokázala provést základní ztaktování klíčových operací automaticky. Tyto klíčové operace se musí udělat u všech modelů aut a jejich pořadí je neměnné, protože kdyby byla např. montáž kola před usazením podvozku, tak by neměla na čem držet. Klíčové operace by měly prioritu číslo jedna, zvláštní index, který by jim určil pořadí, v jakém se musí provést při výrobě automobilu. Zbylé operace by se rozdělily na ty, které je nutno udržet v rámci vymezených mezí operací klíčových a na ty, které lze provést kdykoliv během výrobního procesu.

Tabulka 7 - Návrh rozlišení operací

Klíčové operace	Indexy k operacím	Operace, u kterých nezáleží na pořadí
1.Demontáž dveří	1....	0....
2.Cocpit	2....	
3.Svazek elektroinstalace	3....	
4.Podvozek	4....	
5. Frontend	5....	
6. Sedačky	6....	
7. Plnění vozu	7....	
8. Dveře	8....	

Práci s předdefinovanými indexy bych si představoval takto. Klíčová operace s indexem 5 a prioritou jedna by označovala hranici pro operace z montáže frontendu. Indexy s nižším číslem by musely být provedeny před montáží frontendu. Jedná se například o operace, které souvisejí s upevněním motoru. Pokud by nejprve byla připevněna přední maska s nárazníkem a světly, tak by tyto operace nebylo možno provést. Podvozek je přemontovaný komplet právě s motorovým ústrojím, převodovkou, palivovým vedením, který by měl nižší index než frontend, ale zase vyšší než cocpit, protože před připevněním podvozku je například nutné rozvést brzdové trubičky atd.

Základní operace je nutné provést na 95% modelových řad automobilů. Z těchto operací by se po přiřazení indexů důležitosti vytvořila tzv. šablona. Operace, které jsou stejné na všech modelových řadách, tvoří až 35% všech operací. Pokud by do systému Delmia byla tato šablona zavedena, pracovník by jediným kliknutím mohl mít čtvrtinu linky automaticky ztaktovánu. Zbyly by operace, s kterými je možné pohybovat v určitém rozsahu. Pracovník by je přiřazoval dle vytíženosti linky a podle posloupnosti montážních prací. Tyto operace by měly index např. 5.1 atd.. Primárně by je program zařazoval do sféry např. 5 – 6, ale odpovědný pracovník by je mohl přesunout na jinou část linky, třeba i do jiné sféry, pokud by provedení této operace neznamenalo překážku pro následnou operaci. Pro upozornění by měl program v sobě nadefinovanou výstražnou hlášku, kde by sděloval uživateli, že se chystá operaci s indexem např. 5.1 přesunout do jiného sektoru a jestli tuto operaci tam chce opravdu přesunout. Technolog by upozornění musel potvrdit.

Tabulka 8 - Příklad šablony základních operací s prioritou 1 a prioritou 2

číslo operace	priorita	název operace	pracnost v s	doporučený takt
1	1	*Vyrazeni identifikačního čísla do*	30	4
3	1	*Montáž cocpitu do vozu*	120	15
6	1	*Zástavba kompletního podvozku s agregatem do karoserie*	180	30
7	1	*Montáž*	120	50
8	1	*Montáž sedaček zadních*	60	65
9	1	*Plnění paliva*	80	80
10	1	*Zástavba dveri L+P strana*	80	80

číslo operace	priorita	název operace	pracnost v s	takt
0001	2	Demontáž dveří levá strana	40	1
0002	2	Demontáž dveří pravá strana	40	1
1001	2	Montáž těsnění	30	5
1500	2	Utěsnění	80	4
2500	2	Rozvedení a upevnění hlavního svazku	40	6
4400	2	Lepení skla	50	16
3002	2	Montáž klima na cocpit	20	10
5555	2	Montáž izolace motorového	15	25
6122	2	Montáž predních bezp.pasu leva	30	27
6123	2	Montáž predních bezp.pasu prava strana	30	27
5123	2	Montáž nádrže	35	20
5200	2	Montáž palivového vedení	40	21

Šablonu by technolog použil při zakládání nového modelu. Pro univerzálnost toho systému by bylo nutné navrhnout algoritmus, který by uměl umístit tyto operace na lince podle jejích dispozic, např. v Mladé Boleslavi je linka o 300 taktech a pracnosti na takt 1 minutu, v kvasinském závodě je linka o 50 taktech a pracnosti na takt 3,5 minuty. Pro uživatele bych si představoval, že by po kliknutí na ikonu založení projektu vyskočila tabulka, kde by vyplnil následující údaje:

1. Název projektu
2. Počet taktů na lince
3. Pracnost na 1 pracovníka
4. Místo kolem pracovního taktu v m^2 – kvůli rozmístění materiálu GLT a KLT v regálech
5. Počet vozů, které jsou v plánu vyrobit
6. Klíčové operace – zaškrtl by, zda chce převzít jen operace základní a pro všechny vozy ty shodné
7. Volitelné operace – pokud by se projekt nového vozu shodoval např. z 80%, mohl by ho převzít celý a zbylých 20% upravit dle nároků nového projektu.

Na základě takto získaných poznatků o operacích, které jsou nezbytné pro velkou většinu modelových řad by se nechal vypracovat optimalizační algoritmus, kdy by se tyto operace propojily s volitelnými operacemi a na základě např. pracnosti by tento program dovedl vybrat tu nejlepší variantu pro nový model, kterou by vybral z databáze operací. Databáze operací by obsahovala operace např. z posledních pěti modelových řad.

Vím, že pro využití těchto optimalizačních algoritmů by bylo nutné zavést na technologických pracovištích pravidlo týkající se sjednocení pracovního postupu při zakládání nových projektů. Pracovníci by např. pro operace podvozku mohli zadávat čísla pouze od 21 do 2999 nebo pro cocpit 51 – 5999, což by zjednodušilo vyhledávání a orientaci v číselných kódech. Toto pravidlo by pak pomohlo i k univerzálnějšímu využití systému, který jsem popisoval v předchozích řádcích. Pokud by kódování bylo sjednoceno, mohl by technolog mezi sebou porovnávat modelové řady a např. zjistit, jestli pro danou operaci, kterou potřebuje umístit, neexistují jiné možnosti, než v rámci vytyčených hranic. Po srovnání by zjistil, že operaci, kterou hledal, je na lince A05 před montáží frontendu a na lince B5 až za montáží frontedu. Po této konfrontaci lze zjistit, jaké technologické parametry musí být splněny, aby tato operace mohla být umístěna stejně jako na lince A05.

Pro ještě lepší práci s navrženou šablonou by mohl být vytvořen skript, který by umožnil kontrolu pracovníka, jenž by např. pracoval na úseku 21 – 2999. Skript by mu umožnil porovnat jeho nový projekt s již existující modelovou řadou a vypsal by mu operace v daném úseku, které ještě nemá ztaktované. Pracovník by tyto operace mohl ztaktovat nebo nemusel, záleželo by na specifikaci nového projektu. Výhodou tohoto skriptu by byla kontrola pracovníka, aby nezapomněl některou z operací zataktovat. Pro vedoucího pracovníka by tento skript přinesl přehled o tom, kolik operací je již ztaktováno a kolik jich ještě zbývá na daném úseku linky.

Shrnutí :

Z navrhovaného řešení vyplývá mnoho pozitiv:

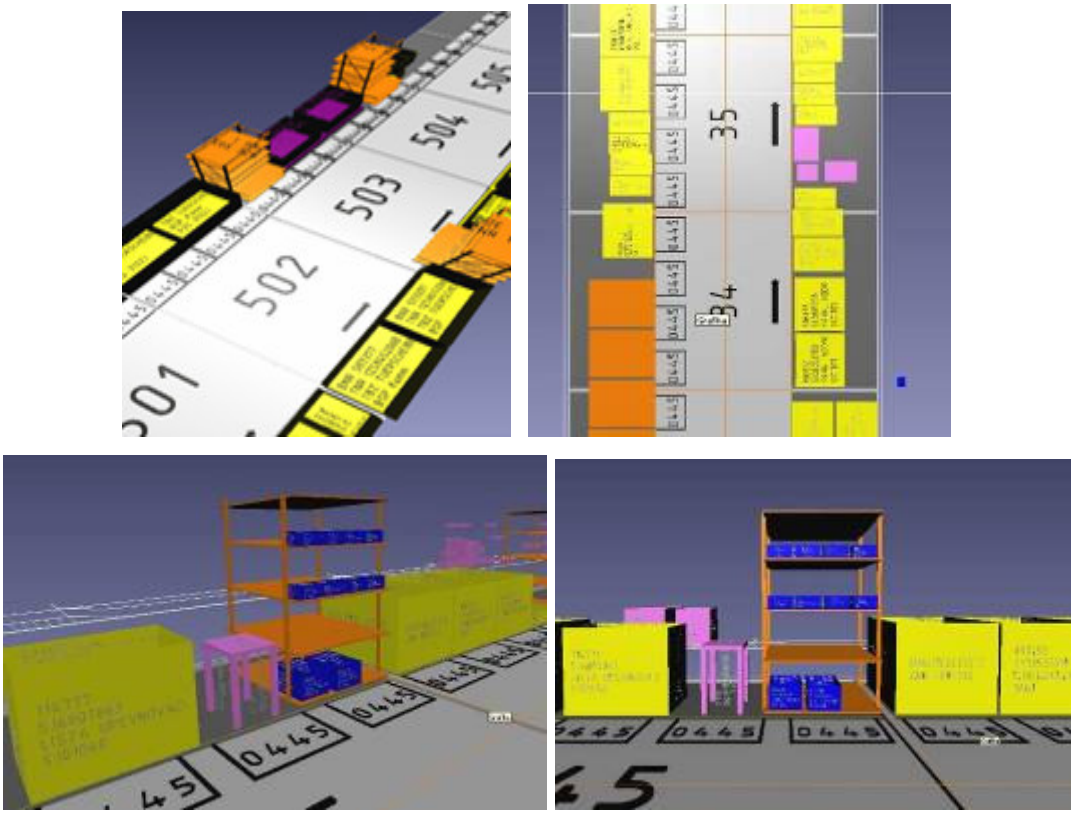
- V současné době se nové projekty budují naprosto od začátku bez využití předchůdců, ztaktování linky trvá přibližně 4 týdny. Při využití šablony obsahující základní operace, které tvoří přibližně 35% operací, by pracovníci z technologie mohli při ztaktování linky ušetřit téměř dva týdny.

- Trend v automobilovém průmyslu je vyrábět hodně modelových řad s minimálními náklady. Mnoho automobilů je vyráběno na podobných platformách a diference mezi modely jsou např. 20%. V takovém případě by bylo možno převzít např. model A05 a aplikovat ho celý na novou modelovou řadu a v projektu upravit 20%, které tyto dva produkty odlišují.
- Mnou navrhované řešení by sloužilo i jako kontrolní mechanismus pro technologického pracovníka, ale i pro vedoucího pracovníka, který by měl kontrolu nad uživateli, kolik operací je ztaktovaných, kolik ještě zbývá atd.
- Tento systém by měl ulehčit práci uživatelům a zprostředkovat jim maximum možných informací v krátkém čase, aby jejich rozhodnutí byla přesná.

4.2 Návrh č. 2

Při zavádění nové modelové řady bylo nutné provést sladění prostorového zobrazení výrobní linky s nároky na materiál nutný k výrobě. Systém SK-Zenta, jak už jsem se zmínil ve srovnávací tabulce č.3, žádné prostorové zobrazení neměl. Prostorové zobrazení v té době bylo kresleno v Microstationu od firmy Bentley a zpracováno systémem HLS. Nově zaváděný systém digitální továrny od firmy Dessault systém obsahuje v modulu Process Ingineer tzv. layout, kde je ve 3D zobrazena celá plocha pracovní linky podle plánů haly. Linka ve 3D zobrazení umožňuje podrobný přehled o jednotlivých pracovištích, pozicích materiálu, regálů a dalšího vybavení haly atd., viz obr. č. 29. Přesto jsou v tomto modulu jisté nedostatky, po jejichž odstranění by se práce ještě urychlila a zpřesnila. Pokud pracovník, technolog, přiřazuje k jednotlivým taktům operace, tak k jejich splnění je nutný správný materiál a jeho umístění. V systému Delmia je nově přiřazený materiál ke každému taktu umisťován do středu taktu, což je dobré pro orientaci pracovníka logistiky nebo technologa, který při otevření prostorového zobrazení vidí, kde přibyl nový materiál a musí ho vhodně umístit kolem pracoviště.

Obrázek 29 - Obrázky z prostorového zobrazení linky z různých pohledů



Zdroj: Zdroj: DELMIA Process Engineer

Práce na přerovnávání layoutu je poměrně náročná a zdlouhavá, protože logistik musí každý jednotlivý materiál, který je uložen v příslušném obalu, jenž je předepsaný již v ESONU, vzít a umístit ho na příslušnou pozici. Pokud má linka např. 100 taktů a kolem tisíce operací, tak takové přerovnávání trvá kolem 3 týdnů práce pro dvě osoby.

Podle mého názoru je nutné do této fáze projektování, sestavování výrobní linky zavést automatizaci. Tento návrh by zachoval přehlednost na taktech, ale práci kterou lze automatizovat by nechal provést program. Například pokud navrhuji na pracoviště určitý regál, tak ho nadefinovat tak, že jeho horní patro je pro KLT 3147 (300x200x147), druhé pro KLT 4147 (300x400x147), třetí pro ty největší KLT 6280 (600x400x280), fotky KLT obalů s podrobným popisem od výrobce jsou v příloze č.3. Na obrázku č.30 je KLT regál a obaly, které se používají ve společnosti Škoda Auto a.s.

Obrázek 30 - Příklad KLT obalů, KLT regálu

Typ KLT zleva:

- 3147
- 4147
- 4280
- 6147
- 6280

Pak pokud by někdo přidal na pracoviště materiál, který by byl v obalu KLT 3147, tak tento materiál by se automaticky umístil do regálu do horního patra. Bylo by nutné, aby zůstal zvýrazněn do tzv. každotýdenního překlopení systému. V této fázi se systém Delmia aktualizuje a srovnává data s ESONEM. Pro lepší orientaci by ve středu taktu mohlo být

upozornění nebo šipka vedoucí k přidanému materiálu, aby se pracovníci logistiky lépe orientovali a neunikly jim žádné změny nebo aby mohli tento materiál přesunout podle svých představ na jinou pozici, samozřejmě po dohodě s technologem odpovědným za danou operaci.

Úsporu času spatřuji v tom, že by se obaly automaticky zarovnávaly na své místo do regálů, pokud by v regálech nebylo už dost místa pro další materiál, tak tento materiál by zůstal na středu linky. Byl by opět zvýrazněn barvou, která by upozorňovala na to, že v již existujících regálech není volná kapacita na materiál, který je v daném obalu. Pro pracovníka logistiky by to znamenalo tento materiál přebalit do vyhovujícího obalu, pro který by na taktu bylo ještě volné místo nebo nalézt místo pro nový regál. Pokud by ani jedna z variant nebyla možná z důvodu nedostatku místa na taktu zvoleném technologem, musela by logistika informovat technologa a nalézt jiný takt pro danou operaci, který by splňoval nároky na místo z pohledu logistika a také nároky technologa na umístění operace.

Ve všech výrobních závodech firmy Škoda Auto a.s. jsou na tzv. malé obaly použity regály od dvou výrobců. Všechny regály mají možnost nastavení pro uvedené typy obalů, tzn. pro KLT 3147, 4147, atd. Proto bych si při stisknutí tlačítka, které umístí regál do prostorového zobrazení linky představoval, že se objeví tabulka, kde bude muset pracovník vyplnit následující údaje:

1. typ regálu (od kterého výrobce)
2. struktura regálu (jaké obaly si pracovník představuje v patrech regálu)

Po vyplnění těchto dvou údajů by se automaticky vyplnily i následující údaje jako jsou:

- plocha, která bude obsazena regálem
- kapacita, podle vyplněné struktury regálu by program přepočítal kolik obalů je možné do regálu umístit.

Na výrobní lince se nepoužívají pouze malé obaly, jako jsou přepravky, které jsou označovány jako KLT, ale také velké obaly. U těchto obalů je situace trošku složitější. V mnoha případech se užívají i speciální obaly pro různý materiál jako např. sedačky, frontend, skla atd. Automatizaci umístění těchto obalů bych si představoval odlišně. V ES jsou vyplněny údaje o velikosti každého obalu, který přichází na výrobní linku.

Již v Návrhu č.1 jsem zmínil, že pracoviště na výrobní lince jsou přesně nadefinována již při stavbě linky. Každý takt má své přesné rozměry a také volné místo kolem pracoviště, kde je možné navést materiál a skladovat GLT a KLT obaly. GLT obaly bych nenechal automaticky zarovnávat podél linky. Vytvoření algoritmu by bylo příliš obecné a nejspíše by neplnilo funkci, kterou by si pracovník logistiky představoval. Tyto obaly by před umístěním zůstávaly uprostřed pracovního taktu a pracovník by je umístil dle vlastního uvážení. Pro jeho kontrolu by zde byl vytvořen algoritmus, který kontroloval plochu, která je volná vzhledem k ploše, kterou by mohly obaly zabrat. V případě obalu, jenž by měl být ustaven na takt a systém by zjistil, že pro něho už není volné místo, by tento materiál byl opět zvýrazněn barvou, která informuje obsluhu o tomto problému.

V současné době je v kvasinském závodě osoba zodpovědná za komunikaci mezi technology a logistikou, která má za úkol případné kolize řešit. Můj návrh by mohl vyřešit mnoho problémů už v průběhu plánování a přiřazování operací na takty. Pokud by při hrubém taktování měl technolog puštěn layout linky, tak by při přiřazování operací na takt viděl, kolik materiálu je na lince, a kde vznikají kolize. U některých operací má technolog na výběr několik variant, kam danou operaci umístit a když vidí problém na jednom taktu, je možné operaci přesunout na jiný takt, kde by žádná kolize nevznikla. U všech operací to není možné, musí být zachována určitá posloupnost práce. Někde bude muset být materiál přebalen do jiného obalu nebo přesunuta jiná operace na následující takt. Další z možností je přejít na systém JIT. Tato volba záleží na druhu materiálu a také na domluvě technologů a logistiků.

Shrnutí:

- Návrh č.2 je zaměřen na úsporu času stráveného na úpravě layoutu výrobní linky. V současné době musí pracovník logistiky každý materiál přemísťovat po layoutu jeden po druhém, v případech kde to bude možné by mu měl můj návrh ušetřit zdlouhavou práci.
- Návrh č.2 kalkuluje s ještě efektivnějším využitím možností programu. Pokud se jedná o rovnání KLT obalů, je nejprve nutné na prostorové zobrazení linky vložit regál. Zde je první změna proti současné praxi, pod odkazem regál by vyběhla tabulka, kde by si pracovník vybral typ regálu a vyplnil by rozložení přepravek v patrech. Tímto úkonem by se pak příslušné obaly automaticky zařadily do pater, která jsou pro ně nadefinována.

- Pro tento návrh by byla vytvořena databáze regálů , která by obsahovala i možné kombinace naplnění pater regálu. Poté by byl vytvořen kontrolní algoritmus, který s databází spolupracoval a hlídal, aby odkládací prostor byl naplněn, ale ne přeplněn. V případě nedostatku kapacity by zobrazil problém uprostřed taktu výstražnou hláškou.
- Naprosto odlišný postup navrhuji při rozmísťování GLT obalů. Jejich rozmístění bych nechal v kompetenci odpovědného pracovníka, ale do programu bych naprogramoval opět kontrolní mechanismus, který by byl postaven na ploše, kterou obal zabere, a konfrontoval by jej s volnou plochou na daném taktu.

Závěr

Téma systémů a jejich používání ve velkých průmyslových podnicích je velice široké. Pro firmy jsou neustále vyvíjeny nové programy, které napomáhají ke stále rychlejšímu návrhu a realizaci nových produktů. Obecnou snahou je programy co možná nejvíce provázat, aby výstupy jednotlivých oddělení, které se na produktu podílejí, vedly k efektivnější výrobě a zachycovaly celý "životní cyklus" výrobku. Dalo by se říci, že vznikají obrovské knihovny, které obsahují návrh výrobku od jeho prvních studií a náčrtků až po jeho prodej konečnému zákazníkovi nebo dokonce jeho likvidaci po době užívání. V těchto databázích jsou data o jednotlivých operacích, procesech, postupech výroby atd. Od vzniku prvního počítače se vědci, IT technici, manageři, snaží přenést stále více činností do digitální podoby, automatizovat je a zpřesnit. Se stále výkonnějšími počítači se tyto představy začínají naplňovat a mnoho činností je ovládáno počítačem, který řídí procesy pomocí robotů a mnoha dalších nástrojů. Velkou výhodou této cesty je, že stroje nepotřebují takovou péči jako zaměstnanec a vydrží nepřetržitě pracovat, pokud neselže nějaká součástka nebo obsluha. Digitální továrna je dalším krokem k plné automatizaci celého výrobního cyklu. Samozřejmě, že počítače nedokáží nahradit lidské myšlení a všechny pracovní pozice, ale jejich podíl na práci ve firmě se neustále zvyšuje.

Tento trend je dán dynamickým vývojem dnešního průmyslu s požadavky na rychlé reakce na přání zákazníka. V podstatě jde o konkurenční boj, v němž informační technologie hrají významnou roli. Bez počítačové podpory se neobejde téměř žádná firma pohybující se v průmyslovém odvětví. Digitalizace procesů ve společnosti přináší urychlení komunikace a usnadňuje dostupnost dat. Digitální továrna navíc umožňuje paralelní spolupráci týmů z různých oddělení. Velkým přínosem je snížení rizika mylných nebo nepřesných informací pomocí nástrojů, jako je 3D vizualizace a simulace jednotlivých procesů. Ty nejvyspělejší plánovací systémy využívají k dokonalejšímu plánování virtuální realitu.

Urychlením vývoje nového vozu výrobce získává konkurenční výhodu. Požadavky zákazníků na automobil se významně změnily od začátku automobilového věku, kdy byl jeden model vyráběn pět až deset let v jedné barvě s jedním motorem, výbavě atd. Dnešní zákazník má na výběr mnoho modelů, vybírá si podle svých představ, příkladem jsou konfigurátory firem. Vozy velmi rychle stárnou , "okoukají se", takže minimálně každé tři roky, nejlépe však každý rok, firma přichází s faceliftem vozu nebo zcela novým modelem, což představuje

obrovské nároky na útvary, které mají za úkol realizaci nových projektů. S náběhem nového modelu jsou kladeny velké nároky i na dodavatele. Zde by se proces přizpůsobení výroby na nové požadavky měl také výrazně zrychlit a zefektivnit. Firmy si uvědomují možnosti plánovacích systémů a etapy plánování, kde je možné uspořit čas, finanční prostředky, které se několikanásobně vrátí při skutečném výrobním procesu. Digitální továrna snižuje hlavně čas od návrhu vozu k jeho uvedení na trh, který je klíčový pro úspěch výrobce vůči konkurenci. První fáze zavádění systému digitální továrny ve firmě Škoda Auto a.s. byla realizována v oddělení Plánování montáže v Mladé Boleslavi. V praktické části se mně povedlo podrobněji popsat systém od firmy Dessault Systemes s názvem Delmia., kde jsem popsal hlavní oblasti systému, přiblížil důvody pro zavedení ve firmě Škoda Auto a.s.. Podařilo se mě ukázat tvorbu technického plánu. Na závěr této kapitoly jsem zhodnotil systém z pohledu uživatele. Kapitola je zakončena přehledem celkových možných přínosů pro řídící pracovníky.

Integrace systémů v jeden celek má velké klady pro managery ve firmě. Komplexní systém je velkou databází informací. Jsou zde uloženy stávající i starší projekty, výrobní postupy, kalkulace, logistická data, prostorové zobrazení linky, ztaktování linky, atd. Mezi ty největší přínosy se řadí zrychlení komunikace mezi odděleními, dostupnost dat a jejich aktuálnost. Data jsou tím nejcennějším artiklem v obchodním světě obecně. Digitální systémy umožňují interaktivní komunikaci, kde hlavním přínosem je snížení tzv. komunikačních šumů. Systém zahrnuje celý výrobní podnik, a proto se dotýká všech oddělení. Ze systému čerpají cenná data personalisté o počtu zaměstnanců, kteří budou potřeba pro výrobu nového modelu. Logistika si podle návrhu linky předem zajistí materiálové toky během výrobního procesu. Technologové si v předstihu mohou navrhnout jednotlivá pracoviště, zajistit různé manipulátory a vybavení linky, odstranit problémové operace ještě ve fázi vývoje nového modelu. Zlepšuje komunikaci mezi designéry a technology již při tvorbě prvotních návrhů vozu, což minimalizuje problémy při montáži vozu. Systém působí kladně i na dodavatele, kteří dostávají ze systému aktuální informace a mohou pružněji reagovat na změny v dodávkách.

Nejvíce si cením, že jsem dokázal využít své praxe v oddělení Logistiky a Plánování montáže k formulaci nedostatků nově zaváděného systému. Návrhy a doporučení jsou umístěny v kapitole č. 4, Požadavky na software před zavedením v pobočných závodech. Jejich realizace by měla být uskutečněna před zavedením Delmie do závodu v Kvasinách a

Vrchlabí. První z návrhů se zabývá využitím již zaběhlých procesů montáže vozu, které se neustále opakují nezávisle na typu automobilu. Od tohoto si slibuji rychlejší sestavení a zataktování těchto operací na výrobní lince. Odhad se blíží ke zkrácení doby návrhu o téměř dva týdny. Samozřejmostí návrhu jsou i kontrolní mechanismy. Druhý z návrhů se nezabývá technologickou částí, ale částí z oblasti logistiky a to hlavně rozmísťováním materiálu po prostorovém zobrazení (layoutu) linky. Návrh se týká ještě efektivnějšího využití nové technologie pro automatizaci rozmisťování materiálu. Návrh č.2 je rozdělen z pohledu malých obalů tzv. KLT a velkých obalů tzv. GLT. Pro tyto druhy jsem navrhl rozlišné mechanismy automatizace jejich zarovnávání. Stejně jako u technologického návrhu i zde jsou uvedeny kontrolní mechanismy.

Použité zdroje:

1. Holoubek, Králík Z Kvasin do celého světa 1934-2005, Moto Public 2005, ISBN: 80-239-4071-6

2. Výroční zpráva Škoda Auto a.s. pro rok 2005 [online]. Mladá Boleslav: B.I.G Praque [cit. 2006-10-6].
   Dostupné z : <http://www.skodaauto.com/cze/company/journalists/>.

3. Bittner Kamil. Gedas pro automobily: Businessworld [online]. Rubrika 2005-08-02. [cit. 2006-11-10]. Dostupné z:
   <http://www.businessworld.cz/bw.nsf/id/CA5EC7704B49CDBAC125705100431ECB?OpenDocument&&Highlight=0,&cast=1>.

4. Dessault Systémes [online]. Saint Cloud Cedex : DDS [cit. 2006-11-10].
   Dostupné z :< www.delmia.com>.

5. Martin Faťun, Digitální továrna na automobily, rok vydání 1999, číslo 51-52, [online]. [cit.2007-03-01]. Dostupné z : <http://archiv.computerworld.cz>.

6. Ostrý Svatopluk, Návratnost investic do PLM. [online]. [cit.2007-01-10].
   Dostupné z : <http://www.designtech.cz/c/plm/navratnost-investic-do-plm.htm>.

7. Fořt Petr a spol., Když se řekne PLM [online]. [cit. 2007-02-10].
   Dostupné z: <http://www.designtech.cz/c/plm/kdyz-se-rekne-plm.htm>.

8. Technické trendy na SMART AUTOMATION [online]. [cit. 2007-02-10].
   Dospuné z: <http://www.ppa.cz/veletrhy/smart04/techtrendy.htm>.

9. PLM na vzestupu [online]. [cit. 2007-02-10].
   Dostupné z : <http://www.cdesign.cz/h/Clanky/AR.asp?ARI=101254&CAI=2124>.

10. CIMdata Reports PLM Market Growth Exceeds Forecasts [online].CIMdata Press Releases 2006. [cit. 2007-02-10].
Dostupné z: <http://cimdata.com/press/PR06-0405.htm>.

11. Leader Edvard, Digitální fabrika – silný nástroj pro mechatronickou výrobu [online]. [cit. 2007-02-10].
Dostupné z: <www.mechatronicscentre.eu/content/publications/019-Leeder-digi.pdf>.

12. Mareček Petr, Virtuální simulace výroby aneb digitální továrna. Časopis IT Systémes. Číslo 9/2006. [online]. [cit. 2007-02-10].
Dostupné z: <http://casopis.systemonline.cz/5721-virtualni-simulace-vyroby-aneb-digitalni-tovarna.htm>.

13. Dr.Grieves Michael, Digital Manufacturing PLM Enviroments. Delmia Whitepaper. [online]. [cit. 2007-02-10].
Dostupné z: <http://www.cimdata.com/publications/Delmia_Whitepaper.pdf>.

14. Delmia V5 Automation Platform: Merging Digital Manufacturing with Automation. Arc Advisory Group 2006. [online]. [cit. 2007-02-10]. Dostupné z: <http://www.arcweb.com/ClientSponsored/DELMIA%20V5%20Automation%20Platform%20-%20Merging%20Digital%20Manufacturing%20with%20Automation.pdf>.

15. Digitální továrna na automobily. Computer Design 2005 [online]. [cit. 2007-03-01].
Dostupné z: <http://www.cdesign.cz/h/Clanky/AR.asp?ARI=101052&CAI=2124>.

16. Metoda předem určených časů – systém MTM. [online]. [cit. 2007-03-01].
Dostupné z: http://www.ft.vslib.cz/databaze/skripta/data/2005-12-09/13-15-42.pdf

17. Mareček Petr, Digitální továrna, díl 1. [online]. [cit. 2006-11-12].
Dostupné z: <http://www.designtech.cz/c/plm/digitalni-tovarna-1-dil.htm>.

18. Mareček Petr, Digitální továrna, díl 2. [online]. [cit. 2006-11-12]
Dostupné z: <http://www.designtech.cz/c/plm/digitalni-tovarna-2-dil.htm>.

19. Mareček Petr, Digitální továrna, díl 3. [online]. [cit. 2006-11-12] Dostupné z: <http://www.designtech.cz/c/plm/digitalni-tovarna-3-dil.htm>.

20. Mareček Petr, Digitální továrna, díl 4. [online]. [cit. 2006-11-12] Dostupné z: <http://www.designtech.cz/c/plm/digitalni-tovarna-4-dil.htm>.

21. Nové PLM řešení od IBM a Dassault Systémes. Computer Design 2005 [online]. [cit. 2007-03-12]. Dostupné z: <http://www.cdesign.cz/h/Clanky/AR.asp?ARI=101046&CAI=2124>.

22. PDM, TechnoCentrum s.r.o, [online]. [cit.2007-03-12]. Dostupné z:<http://www.tccad.cz/cz/produkty/produkty.php?page=pdm>.

23. Největší hráči na trhu CAM. Computer Design 2006. [online].[cit. 2007-03-11]. Dostupné z: <http://www.cdesign.cz/h/Clanky/AR.asp?ARI=101312>.

24. PLM Components, UGS 2007.[online]. [cit. 2007-03-11]. Dostupn z: <http://www.ugs.com/products/open/>.

Seznam tabulek:

Tabulka 1 - Pojmová mapa PLM 8
Tabulka 2 - Hledisko čas x náklady 15
Tabulka 3 - Hledisko kvalita x flexibilita 16
Tabulka 4 - Přínosy Digitální továrny v % 16
Tabulka 5 - Srovnání SK Zenta X Delmia 53
Tabulka 6 - Pozitiva a negativa Delmie 53
Tabulka 7 - Návrh rozlišení operací 57
Tabulka 8 - Příklad šablony základních operací s prioritou 1 a prioritou 2 58

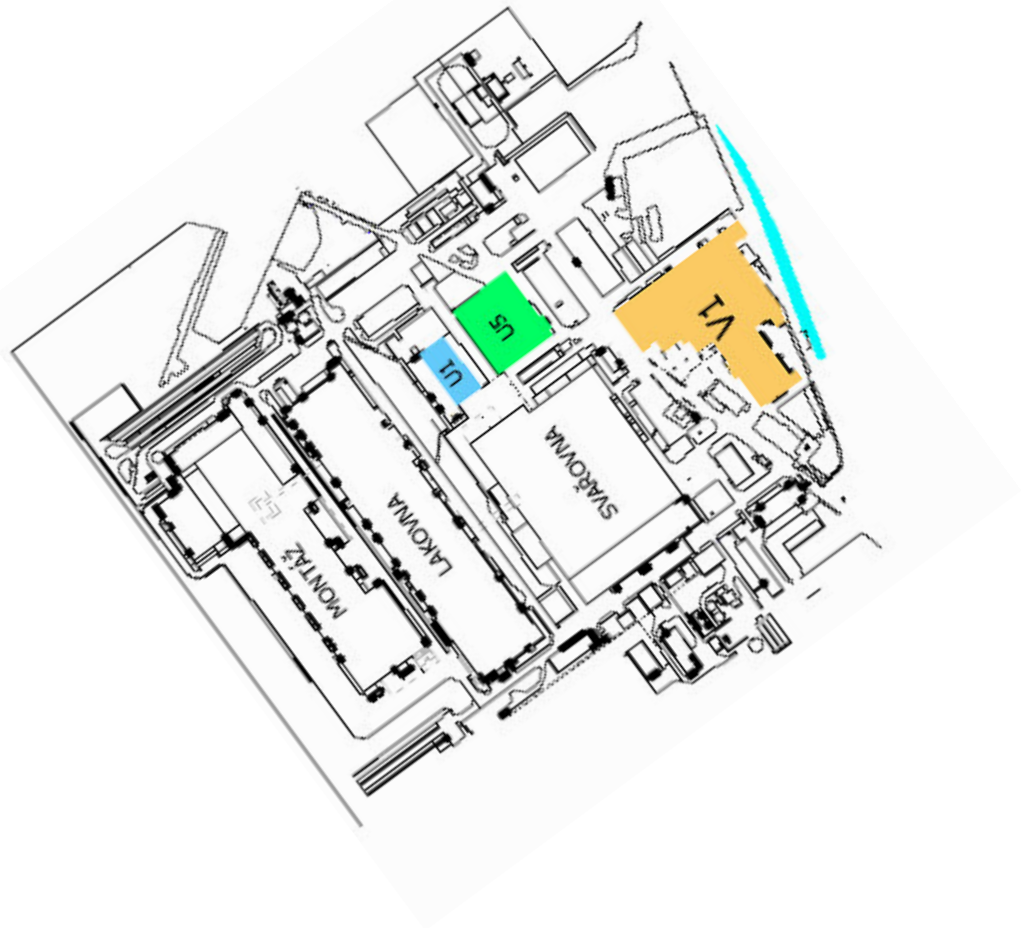
Seznam obrázků:

Obrázek 1 - Cesta k digitální továrně 6
Obrázek 2 - Graf - Celkový růst PLM řešení, očekávaný vývoj 9
Obrázek 3 - Možný obsah PLM graficky 11
Obrázek 4 - Graf č.1 - nejvetší dodavatelé CAM řešení 18
Obrázek 5 - Struktura PLM 28
Obrázek 6 - PPR Hub 29
Obrázek 7 - Integrace systémů 34
Obrázek 8 - SK - ZENTA 35
Obrázek 9 – Workflow 36
Obrázek 10 - Procesní rětězec 39
Obrázek 11 - Založení projektu 40
Obrázek 12 - Struktura DPE 40
Obrázek 13 - Tvorba větví systému DPE 40
Obrázek 14 - Tvorba operací 41
Obrázek 15 - Přiřazení dílu na operaci 41
Obrázek 16 - Otevření zdroje v PPR Hubu 43
Obrázek 17 - Založení hrubého taktování 43
Obrázek 18 - Nabídka zobrazení layoutu 45
Obrázek 19 - Zobrazení layoutu volbou "Upravit" 46
Obrázek 20 - Zobrazení layoutu volbou "Upravit v kontextu" 46
Obrázek 21 - Editace layoutu 47
Obrázek 22 - Vkládání kroků operace 47
Obrázek 23 - Vkládání systémových prvků 49
Obrázek 24 - SK – Zenta 49
Obrázek 25 - Struktura Process Engineer 50
Obrázek 26 – Zobrazení linky pomocí sloupcového grafu 51
Obrázek 27 – Hrubé taktování 51
Obrázek 28 - Provázanost layoutu s hrubým taktováním 52
Obrázek 29 - Obrázky z prostorového zobrazení linky z různých pohledů 61
Obrázek 30 - Příklad KLT obalů, KLT regálu 62

Přílohy:

Příloha č.1

Plán výrobního závodu v Kvasinách



Příloha č.2

Certifikáty z praxe

SIMPLY CLEVER

OSVĚDČENÍ

o odborné praxi
Certificate of Professional Training

Milan Dusbaba
jméno a příjmení / name

absolvoval u společnosti Škoda Auto Mladá Boleslav odbornou praxi v období
completed professional training in Škoda Auto

od / from 01. 02. 2006 do / to 31. 07. 2006

v útvaru / in the division VZK – Závod Kvasiny

06. 09. 2006
v Mladé Boleslavi dne
in Mladá Boleslav, date

ŠKODA AUTO a. s.
Personální zdroje (1)
293 60 Mladá Boleslav
za / for Škoda Auto

SIMPLY CLEVER

OSVĚDČENÍ

o odborné praxi
Certificate of Professional Training

Milan Dusbaba
jméno a příjmení / name

absolvoval u společnosti Škoda Auto Mladá Boleslav odbornou praxi v období
completed professional training in Škoda Auto

od / from 01. 08. 2006 do / to 20. 09. 2006

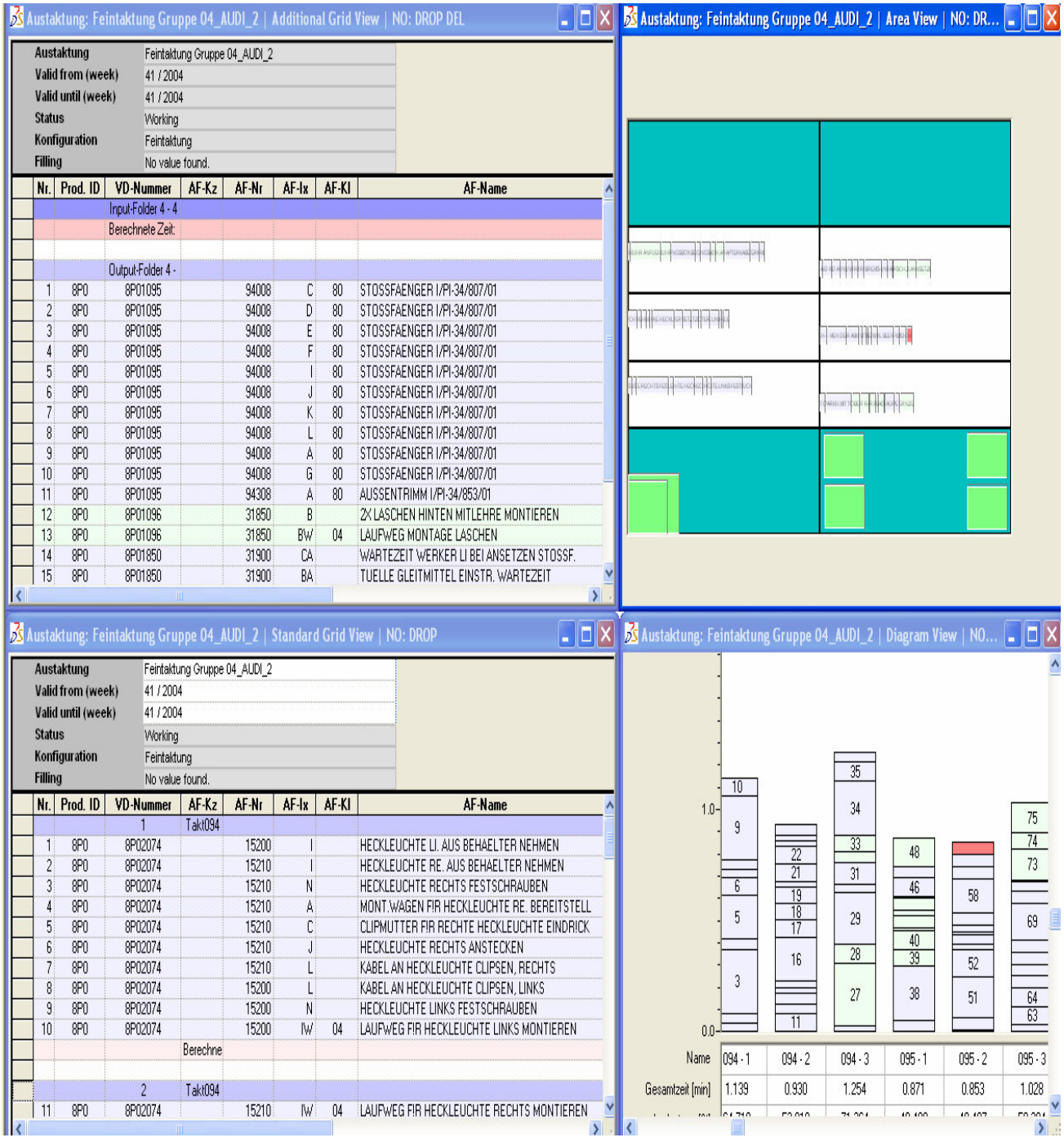
v útvaru / in the division VCT3 – Plánování montáže

06. 09. 2006
v Mladé Boleslavi dne
in Mladá Boleslav, date

ŠKODA AUTO a. s.
Personální zdroje (1)
293 60 Mladá Boleslav
za / for Škoda Auto

Příloha č.3

Okna hrubého taktování



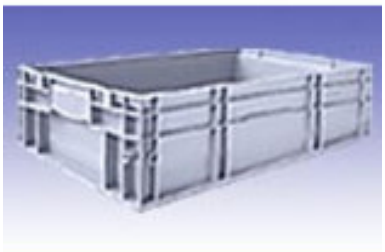
Příloha č.4

KLT přepravky

L-KLT 3147	
Ext.Top Dim.	300 x 200 x 147mm
Int.Base Dim.	245 x 163 x 130mm
Capacity	5 litres
Weight	0.6 kg
Colour	Blue
Stack	132 mm
Nest	n/a

L-KLT 4280	
Ext.Top Dim.	400 x 300 x 280mm
Int.Base Dim.	344 x 261 x 262mm
Capacity	23.5 litres
Weight	1.4 kg
Colour	Blue
Stack	265 mm
Nest	n/a

L-KLT 4147	
Ext.Top Dim.	400 x 300 x 147mm
Int.Base Dim.	344 x 261 x 130mm
Capacity	11.5 litres
Weight	0.94 kg
Colour	Blue
Stack	132 mm
Nest	n/a



L-KLT 6147	
Ext.Top Dim.	600 x 400 x 147mm
Int.Base Dim.	541 x 360 x 130mm
Capacity	25 litres
Weight	1.8 kg
Colour	Blue
Stack	132 mm
Nest	n/a

L-KLT 6280	
Ext.Top Dim.	600 x 400 x 280mm
Int.Base Dim.	541 x 360 x 262mm
Capacity	51 litres
Weight	2.5 kg
Colour	Blue
Stack	265 mm
Nest	n/a

Příloha č.5

příklady GLT obalů

Příloha č.6

příklady JIT obalů

Příloha č.7

fotky výrobní linky Roomster v Kvasinách