

System plánování výroby na základě objednávek

Production planning system based on orders

Ing. Pavel Kafka

Diplomová práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ing. Pavel KAFKA**
Osobní číslo: **A08403**
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Systém plánování výroby na základě objednávek.**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši na dané téma.
2. Vytvořte informační systém pro plánování výroby jednotlivých produktů na základě přijatých objednávek. Při plánování bude zohledněna stránka výrobní kapacity, možnost přeplánování výroby podle změny priority výroby a priority odběratele s minimálními vedlejšími náklady, problematika dlouhodobých objednávek, návaznost na materiální zabezpečení atd. Frekvence plánování by měla odrážet aktuální stav výroby a požadavků.
3. Navrhněte vhodnou strukturu systému a grafický vzhled.
4. Sestavte model provozu výrobního komplexu a následnou simulací odhalte úzká místa výroby.
5. Proveďte další simulační experimenty a navrhněte úpravy na zlepšení průchodnosti výrobního procesu pro zadané plánované výrobní kapacity.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. Solid Quality Learning. Microsoft SQL Server 2005:Základy databází. 1. vyd. Brno : Computer press a.s., 2007. 319 s. Krok za krokem. ISBN 978-80-251-1524-4.
2. HUMUSOFT s.r.o. : WITNESS Úvod do použití. 2006., 39 s.
3. MACDONALD, Mathew, SZPUSZTA, Mario. ASP.NET 2.0 a C. 1. vyd. Brno : Zoner press, 2006. 1376 s. Encyklopedie. ISBN 80-86815-38-2.
4. TVRDÍKOVÁ, Milena. Zavádění a inovace informačních systémů ve firmách. 1. vyd. Praha : Grada Publishing a.s., 2000. 110 s. Systémová integrace. ISBN 80-7169-703-6.
5. MOLNÁR, Zdeněk. Efektivnost informačních systémů. 2. rozš. vyd. Praha : Grada Publishing a.s., 2001. 180 s. Management v informační společnosti. ISBN 80-247-0087-5.
6. MAREČEK , Petr. Virtuální simulace výroby aneb Digitální továrna. IT SYSTEMS. 2006, č. 9, s. 19-20. Dostupný z WWW:
<http://www.systemonline.cz/casopis-it-systems/obsah-it-systems-2006-9.htm>.
7. MOTAN, Pavel. Plánování výroby a obchod - cesta ke spolupráci. AUTOMA. 2009, roč. 10, 8-9, s. 78-79. Dostupný z WWW:
http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=39556.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Bronislav Chramcov, Ph.D.

Ústav informatiky a umělé inteligence

Datum zadání diplomové práce:

19. února 2010

Termín odevzdání diplomové práce:

8. června 2010

Ve Zlíně dne 19. února 2010


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan




prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá doplněním plánování do aktuálního informačního systému podle požadavků firmy. V teoretické části jsou popsány informační systémy pro firmy, které již obsahují plánovací moduly. Tyto nástroje jsou většinou obecné a snaží se pokrýt celé spektrum výrobních procesů. Praktická část je věnována návrhu programu pro plánování. Program je začleněn do aktuálního informačního systému. Dále je vytvořen model výroby a jsou provedeny simulační pokusy za účelem zvýšení propustnosti systému.

Klíčová slova: plánování výroby, případ užití, simulace, optimalizace, model

ABSTRACT

This thesis deals with adding planning to the current information system as required by the company. The theoretical part describes the information systems for companies that already contain planning modules. These tools are mostly general and trying to cover the entire spectrum of manufacturing processes. The practical part is devoted to program planning. The program is incorporated into the current information system. Finally I created model of production and executed simulation experiments that are conducted to increase the throughput of the system.

Keywords: production scheduling, use case, simulation, optimization, model

Na úvod chci poděkovat Ing. Bronislavu Chramcovovi, Ph.D. za cenné informace a pomoc při vypracování této diplomové práce, dále RNDr. Petru Cikánkovi, CSc. za odborné rady a trpělivost při směřování nejen této práce k praktickému využití. Potom chci poděkovat své přítelkyni Martině, že se podělila o můj čas se studijními povinnostmi, a omluvit se Ivovi, že jsem s ním nestrávil více času na hřišti a místo toho jsem jej věnoval studiu.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 31.5.2010

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	10
TEORETICKÁ ČÁST	12
1 INFORMAČNÍ SYSTÉMY	13
1.1 SOFTWAREVÉ PRODUKTY PRO PLÁNOVÁNÍ VÝROBY	13
1.2 ZÍSKÁVÁNÍ ÚDAJŮ O INFORMAČNÍCH SYSTÉMECH	14
1.3 PŘEHLED INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ A JEJICH MOŽNOSTÍ	14
1.3.1 ABRA Gx	14
1.3.2 AHP Leitstand	15
1.3.3 APERTUM.....	16
1.3.4 LAWSON M3 Enterprise Management System	16
1.3.5 i2.....	17
1.3.6 IFS Aplikace.....	17
1.3.7 Skupina software INFOR	18
1.3.8 IS K2	18
1.3.9 JD Edwards EnterpriseOne, Oracle E-Business Suite-SCM	19
1.3.10 Microsoft Dynamics AX, NAV.....	19
1.3.11 mySAP SCM	20
1.3.12 myWAC	20
1.3.13 PREACTOR.....	20
1.3.14 PSIpenta	21
1.3.15 QI.....	21
1.3.16 DSB Manufacturing Manager	22
1.3.17 SYMPHONY	22
1.3.18 Možnosti nasazení software plánování	23
2 PŘEHLED MOŽNOSTÍ ZVOLENÝCH PROGRAMŮ	25
2.1 PLÁNOVACÍ PROGRAMY	25
2.2 TYPY VÝROBY	26
2.3 PLÁNOVÁNÍ VÝROBNÍCH KAPACIT	27
2.3.1 MRP, MRP II	27
2.3.2 APS	28
2.3.3 TOC.....	28
2.4 PLÁNOVÁNÍ ZÁSOB MATERIÁLŮ.....	29
2.4.1 MRP	29
2.4.2 Kanban	30
2.4.3 Smíšené systémy	30
3 SOFTWARE PRO SIMULACI	31

3.1	SOFTWARE WITNESS	31
3.2	MODELÝ VE WITNESS	31
3.3	SIMULACE PROCESŮ	32
3.4	WITNESS SUITE	32
PRAKTICKÁ ČÁST		34
4	POPIS AKTUÁLNÍHO STAVU	35
4.1	PLÁNOVÁNÍ	35
4.1.1	Kalendáře	36
4.1.2	Dispečer.....	36
4.1.3	Plánovač	36
5	ÚPRAVY INFORMAČNÍHO SYSTÉMU	37
5.1.1	Priority zakázek.....	37
5.1.2	Stavy zakázek.....	38
5.1.3	Zjednodušení práce uživatelů.....	38
6	PROGRAM PRO PLÁNOVÁNÍ	39
6.1	FUNKCE A VLASTNOSTI PROGRAMU	39
6.1.1	Plánování podle termínů objednávek	40
6.1.2	Plánování podle priorit.....	40
6.1.3	Plánování podle termínu odvozu objednávky	40
6.1.4	Rozdělení dlouhodobých zakázek.....	41
6.1.5	Materiálové zabezpečení	41
6.1.6	Změna kapacit výrobních linek	41
6.1.7	Předběžný termín pro obchod.....	41
6.1.8	Statistiky vytížení	42
6.1.9	Fronta práce pro pracoviště	42
6.1.10	Přehledné fronty práce.....	42
6.1.11	Automatické spouštění	42
6.1.12	Načtení dat z informačního systému	42
6.1.13	Uložení dat	43
6.1.14	Programovací jazyk.....	43
6.1.15	Rozhraní	43
6.1.16	Spouštění plánování	43
6.2	ZMĚNY PO NASAZENÍ PROGRAMU PRO PLÁNOVÁNÍ	43
6.2.1	Firemní procesy	43
6.2.2	Plán práce	45
6.2.3	Plánování výroby.....	46
6.3	UŽIVATELE PROGRAMU PRO PLÁNOVÁNÍ VÝROBY	46
6.4	PŘÍPADY UŽITÍ PLÁNOVÁNÍ.....	49
6.4.1	Automatické spouštění plánování výroby	49
6.4.2	Fronty práce.....	49
6.4.3	Fronta práce pro pracoviště	50
6.4.4	Materiálové zabezpečení	51
6.4.5	Nákup materiálu	52
6.4.6	Plánování výroby.....	52

6.4.7	Předběžný termín objednávky	54
6.4.8	Dlouhodobé zakázky	55
6.4.9	Statistiky pracovišť	56
6.4.10	Kapacity pracovišť	57
6.4.11	Třídy projektu	57
6.5	ZHODNOCENÍ PLÁNOVÁNÍ VÝROBY	58
6.5.1	Excel s daty plánování	59
6.6	INTRANETOVÉ STRÁNKY	59
7	SIMULACE VÝROBY	62
7.1	SCHÉMA VÝROBY A VYTVOŘENÍ MODELU	62
7.1.1	Modelování pracovišť a front pracovišť	62
7.1.2	Modelování pracovní doby	63
7.1.3	Kooperační firmy	64
7.1.4	Vstup zakázek do modelu	64
7.1.5	Výstup zakázek z modelu	66
7.1.6	Nastavování parametrů	67
7.2	OVĚŘENÍ PROGRAMU PLÁNOVÁNÍ POMOCÍ SIMULACE	68
7.3	EXPERIMENTY S MODELEM	68
7.3.1	Ukládání experimentů	68
7.3.2	Základní model pro simulace	69
7.3.3	Statické navýšování směn a kapacit	69
7.3.4	Dynamické nastavování směn	70
7.4	VÝSLEDKY SIMULACÍ	71
7.4.1	Základní model	71
7.4.2	Navýšení směn na vybraných pracovištích	73
7.4.3	Dynamické směny	75
7.4.4	Porovnání modelů	77
7.4.5	Dynamické směny a navýšení objemu výroby	78
	ZÁVĚR	84
	CONCLUSION	85
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	86
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	89
	SEZNAM OBRÁZKŮ	90
	SEZNAM TABULEK	92
	SEZNAM PŘÍLOH	93

ÚVOD

V teoretické části této diplomové práce je zpracován přehled nejrozšířenějších systémů poskytující plánování výroby již ve svém základu. Je zde probrána dostupnost informací o daných systémech s ohledem na plánování výroby. Dále možnosti systémů při samotném plánování a možnosti jejich nasazení. Tato část je doplněna informacemi o možnostech implementace vybraných systémů.

V praktické části se diplomová práce zabývá možností rozšířit stávající systém o plánování výroby. V současné době je nutné, aby výroba reagovala na potřeby zákazníků pružně a dokázala uspokojit jejich požadavky v daných termínech a cenách. Plánování zahrnuje i zdánlivě nesouvisející problémy jako je rozvoz výrobků zákazníkům, dodržování kvality výroby nebo zjednodušení komunikace obchodního oddělení se zákazníkem ohledně dodacích termínů.

Plánování výroby poskytuje informace o stavu rozpracovanosti jednotlivých zakázek, dává informace o stavu zásob a jejich nutností doplnění. Plánování získává data o kvalitě výroby a umožní okamžitou reakci. V případě poruchy stroje nebo zařízení dává ihned informaci o potenciálně ohrožených termínech zakázek.

Plánovací systém by měl nastavit výrobu jednotlivých zakázek tak, aby nedocházelo ke zbytečnému skladování výrobků. Pokud musí být výrobek uložen na skladě, pak jsou ve výrobku vázány finance, které by se mohli využít lépe a efektivněji. Naopak pokud se zpozdí výroba třeba jen o jeden den, nemusí se již stihnout odvoz celé zakázky k odběrateli ve smluveném termínu. Následná samostatná doprava zvyšuje náklady a prakticky může smazat veškerý zisk z této zakázky. Případně bude muset čekat výrobek na další rozvoz a tím se dostává opět do problému se skladováním výrobků. Plánování výroby by taktéž mělo upozornit na nedostatek surovin a materiálů nutných k výrobě. Data o průběhu výroby zpřesní rozpočítávání nákladů na jednotlivé zakázky. Plánování výroby má zpětně poskytnout informaci o kvalitě a přesnosti informací v technologických postupech výrobků. Jejich zpřesnění pak povede k vyšší přesnosti plánování výroby. Plánování řeší problém úzkých míst výroby a dává možnost reagovat na vzniklý stav zavedením příslušných opatření.

Vlastní program plánování by neměl uživatele zatěžovat zbytečnou administrativou a nastavováním parametrů, protože aplikace bude integrovaná do existujícího informačního

systemu. Výstupy a reporty z plánování mají být jednoduché, přehledné a zaměřené na danou oblast uživatele. Mají poskytovat aktuální data potřebná pro řízení a kontrolu výroby. Přehledně pak poskytovat data pro management a obchodní oddělení firmy.

Součástí diplomové práce je i vytvoření simulace výroby za účelem navržení úprav výrobního systému. Podle výsledků simulace pak následně navrhnout zlepšení ve výrobě, které povedou ke zvýšení výrobních kapacit, případně nebo snížení nákladů na výrobu při zachování současného objemu výroby.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 INFORMAČNÍ SYSTÉMY

V současné době narazíme na každém kroku na určitý typ informačního systému. Podle jeho zajímavosti pro softwarové firmy se s těmito systémy setkáváme v reklamních nebo prodejních akcích. Stejně je tomu ve výrobních firmách a podnicích. Pojmy ERP, CRM, BI nebo MES jsou dnes již běžnou mluvou nejen správců informačních systémů. Každý si pod touto zkratkou vybaví jemu známé systémy nebo produkty softwarových firem.

Prakticky žádný systém neposkytuje všechny uvedené služby bez omezení. Zde je na managementu dané společnosti jestli zvolí pro každou oblast jiného dodavatele a zajistí vzájemnou integraci jednotlivých částí, nebo zvolí jednoho dodavatele a upraví si systém podle vlastních potřeb. Každá cesta má své klady i zápory. Pokud si vyberu pro danou oblast řešení od různých dodavatelů, protože představují špičku v oboru, nemusím tím získat skvěle fungující systém. Například zjistíme, že cena za integraci s jinými systémy je velmi vysoká. Dalším možným problémem těchto řešení je vysoká pracnost údržby. Důvodem může být nevhodná dokumentace, vazba na několik pracovníků se znalostí dané problematiky, nebo nižší snaha spolupracovat ze strany dodavatelů. Jiný typ řešení představuje systém poskytující všechny požadované služby. Ani tato varianta však není prosta problémů. Dodavatel systému může mít například jinou filozofii dané služby, než jaká by vyhovovala vašim potřebám. Může vám však poskytnout nástroje, kterými si funkčnost přizpůsobíte vašim potřebám, nebo ji rozšíříte tak aby vyhovovala při většině činností ve firmě nebo podniku.

1.1 Softwarové produkty pro plánování výroby

Časopis IT SYSTEMS poskytuje přehled software pro plánování výroby. Je zde prezentováno více než 30 firem a institucí zabývajících se implementací informačních systémů pro plánování výroby. Pro svoji diplomovou práci jsem si vybral několik nejrozšířenějších programů z tohoto přehledu. Vynechal jsem systémy s několika málo implementacemi nebo systémy s malým počtem konzultantů. Tyto typy systémů nemusí mít v budoucnosti zaručenu kontinuitu vývoje a údržby systému. Tím nechci generalizovat a odkazovat systémy s malým počtem implementací k zániku. Kritérium jsem nastavil podle svého rozhodnutí, ale v souladu s aktuálními možnostmi získání dotací na financování informačních systémů z fondů evropské unie. Dotace lze získat snadněji

získat, pokud použijete rozšířený informační systém. U systémů s vyšším rozšířením je možné získat i více informací od uživatelů systému. Systémy jsou nasazeny v různých prostředích a nejsou úzce oborově orientovány. Například systém nasazený v několika firmách v potravinářství není zárukou bezproblémového chodu třeba ve strojírenství. Musím však podotknout, ani systém nasazený ve stejném odvětví nemusí splňovat požadavky a očekávání uživatelů. Nemusí mít shodnou filozofii plánování výroby nebo nemusí být jeho implementace jednoduchá.

1.2 Získávání údajů o informačních systémech

Všechny vybrané systémy mají prezentaci na svých internetových stránkách. Prezentace jsou však zhotoveny z pohledu obchodníka a jsou prakticky vždy pojaty jako reklama na dokonalý systém umožňující vše, co může potřebovat kterýkoliv zaměstnanec ve firmě. Vlastními informacemi se šetří, patrně s důvodem neodradit případného zákazníka ihned na začátku. Výjimku tvoří jen málo internetových stránek k systémům popisovaným v této práci.

Informace o jednotlivých systémech byly čerpány z internetových stránek výrobců, od jejich obchodních zástupců, konzultantů daných systémů a z vlastní práce s některými informačními systémy.

1.3 Přehled informačních systémů a jejich možností

1.3.1 ABRA Gx

Software pochází od české firmy ABRA Software a.s. [12] a patří k několika málo informačním systémům, o kterých získáte dostatek informací přímo na internetu. Zahrnuje několik verzí daného programu, podle šířky poskytované funkčnosti. Systém lze použít od vedení jednoduchého účetnictví až po nasazení ve výrobních firmách.

ABRA v současné verzi nepodporuje prioritní zaplánování výroby. V plánu vývoje tohoto software se však s touto problematikou počítá a bude možné upřednostnit prioritní zakázku před jinými. ABRA je komplexní systém, který umožní výrobu svázat s obchodem již v etapě nabídek. Obchodníkům umožňuje spolupráci s výrobou, kde si mohou nechat spočítat kalkulovanou cenu výrobku. Výroba je pevně spjata s modulem zásobování. Dle stavu skladu a spodního limitu zásob, lze doplňovat polotovary ve výrobě a nakupovat

materiál u dodavatelů. Výroba je napojena na kapacitní plánování, pro které je potřeba mít zadané výrobní zakázky, tedy podklad co a v jakém množství se má vyrobit, dále jsou nutné informace, v jakém časovém horizontu je výrobek požadován. Výrobek dále odkazuje na související technologický postup. Pro pracoviště je potřeba mít definované pracovní kalendáře, které lze upravit pomocí „Výjimek pracoviště“. Aby bylo možné reagovat na skutečnost je potřeba do ABRy zadávat pracovní lístky, tedy doklady, které zaznamenávají odpracované časy a množství na výrobních zakázkách. Z výše popsaného je jasné, že pro využití kapacitního plánování je potřeba spousta informací. Pokud by se mělo systému využít jen pro plánování, bylo by třeba tyto informace dostat z jiných systémů do ABRy. Z tohoto důvodu je již zřejmé nevhodné nasazení pouze pro plánování výroby. Duplicitní vedení dat ve dvou systémech již představuje pro firmy závažné komplikace. Proto se duplicitní systémy nepoužívají.

1.3.2 AHP Leitstand

Software německé firmy factory solutions GmbH [14] v české republice prodává vsetínská firma Provis s.r.o [13]. V dubnu roku 2010 se předpokládá vydání nové verze plánovacího systému AHP Leitstand.

Software je určen k organizaci denních prací na dílně a je kompletně převeden do českého jazyka. Jeho úkolem je zbavit mistry administrativních plánovacích prací a umožní jim řídit vlastní chod dílen. Plán se vytváří pro následující den podle aktuálního stavu zakázek. AHP Leitstand je možné použít jako doplňkový systém k existujícímu ERP systému, případně i jako alternativu k plánování v excelovských tabulkách. Systém umožňuje výsledky i vizualizovat. Z takto upravených výsledků je snadné vytvořit analýzu výrobního procesu, najít úzká místa výroby, spočítat skluzy výroby oproti plánu nebo zpoždění termínů dodání objednávek. Informaci lze získat z jedné obrazovky včetně odchylek od plánu. Výhodou tohoto typu plánování je splnitelnost úkolů ve stanoveném čase. Zavádění korekcí v plánování je otázkou několika málo minut. Plán určuje, který pracovník má v dané chvíli co dělat. Tento typ plánování snižuje rozpracovanost výroby a průběžnou dobu výroby. Výrobky přechází z jednoho pracoviště na druhé a dodržování plánu je kontrolováno mistry. Plánování dokáže optimalizovat výrobní plány pro přechod z jednoho výrobku na jiný pro jednotlivé stroje a pracoviště.

1.3.3 APERTUM

Software Apertum [15] je dílem německé firmy Microsoft Great Plains Business Solutions. Počet instalací ve světě přesáhl již dva tisíce. Do českých podmínek jej převedla a přeložila chropyšská firma Technosoft spol. s r.o. Počet instalací v ČR přesáhl již tři desítky. Jedná se o software pro střední firmy zaměřené na výrobu a poskytování servisních služeb. Standardně obsahuje provázání všech agend a jsou do něj zakomponovány postupy, které se využívají v zemích evropské unie.

System obsahuje kompletní agendu výroby včetně jejího plánování. Jednotlivé výrobní operace jsou součástí výrobních postupů. Při plánování se k jednotlivým postupům rezervují kapacity ve výrobě. Kapacity se vedou pro střediska označované jako „kapacitní místo“. Kapacitní místo má definovaný svůj kapacitní kalendář. Pro jednotlivá střediska se pak provádí plánování zakázek. Zakázka obsazuje část kapacity pracoviště. Existují dva způsoby zaplánování zakázek. První způsob je zaplánování od určitého termínu dopředu a druhým je zaplánování od data potřeby (prodeje) zpět. V rámci výroby lze sledovat i kroky pro kooperace.

Lze konstatovat, že existuje určitý náskok zahraničních programů před tuzemskými v systému plánování výroby. Většina rozšířených zahraničních programů již ve standardu obsahuje systém pro řízení výroby zakázek. Software vyráběný českými firmami se ve většině případů k tomuto kroku teprve chystá.

1.3.4 LAWSON M3 Enterprise Management System

Software stejnojmenné americké firmy u nás distribuuje jedna z dceřiných společností OR-CZ z Moravské Třebové [16]. Konkrétně jde firmu OR-NEXT spol. s r.o. se sídlem v Brně. Aktuální verze je vytvořena v jazyku JAVA, software je platformě i databázově nezávislý a výborně škálovatelný. Uživatelské rozhraní je postaveno na bázi tenkého klienta. Uživateli postačuje pouze MS Internet Explorer a připojení k síti, což je dnes samozřejmost.

Plně lokalizované řešení obsahuje řízení a sledování výroby. Mimo běžně dostupné funkčnosti obsahuje i podporu pro rozšířené plánování výroby, včetně sledování šarží. System má implementovány okamžité přepočty stavů na skladech. Pokud sledujeme stavy na skladech, není nutné spouštět žádnou funkci pro přepočítávání aktuálního stavu skladu.

Plánování poskytuje běžně dostupné funkce a navíc pracuje i s prognózami pro vývoj, dává informace o možných zpožděních výroby. Systém pro materiální zabezpečení výroby je možné automatizovat. Data je možné graficky vizualizovat a poskytnout informace pro materiálové, kapacitní i strojní zabezpečení. Dále systém umožní správné nastavení termínů dodání pro odběratele.

1.3.5 i2

Produkt americké firmy i2 Technologies, Inc. v České republice dodává společnost LOGIS s.r.o. z Frenštátu pod Radhoštěm [17]. Společnost i2 Technologies patří ke světové špičce v oblasti plánování výroby.

Systém poskytuje několik druhů plánování. Software je určený podnikům vyrábějícím na sklad, podnikům vyrábějícím výrobky v sériích a podnikům vyrábějícím na zakázku. Plánování je optimalizováno z pohledu podniku jako celku. Poskytuje dále simulace a analýzy typu „co se stane když“. Plánování okamžitě reaguje na změny a umožní ihned reagovat i na změny požadavků zákazníků. Software umí předpovídat vývoj zakázek v budoucnu na základě historických dat a aktuálního vývoje nových objednávek. Umožní i modelování událostí například slev, akcí a reakci odběratelů na tento stav. Plánování zohlední omezení celého spektra vstupů při výrobě od materiálů, kapacit přes stav zásob až po dopravu. Obsáhla je i možnost typu optimalizace při plánování. Lze plánovat podle optimalizace využití kapacit, maximalizaci zisku, podle dodávek materiálů, nebo i při výpadku kapacit. Systém kdykoliv umožní zjistit stav zakázky. Lze jej využít při stanovení termínu dodání pro nové zakázky, nebo pro ověření reálnosti dodání zakázky na určitý termín. Plány pro jednotlivá pracoviště jsou již optimalizovány podle jeho specifik, není je již nutné dále ručně upravovat.

1.3.6 IFS Aplikace

Software švédské firmy IFS AB u nás implementuje společnost IFS Czech s.r.o. se sídlem v Praze [18]. Celkem je software implementován ve více než dvou tisícovkách středních a větších firem po celém světě. Software je založen na komponentové architektuře, umožňující integrovat do systému komponenty třetích stran.

Aplikace IFS pokrývají různé typy výroby od velkosériové až po zakázkovou výrobu šitou na míru konečnému odběrateli. Každý typ výroby vyžaduje jiný druh optimalizace. Systém umožní upravit činnosti při výrobě tak, aby se minimalizovala doba výroby jednotlivých zakázek. Zajímavé je i použití ekonomických informací z předcházejících zakázek při kalkulacích a stanovení cen výrobků nových objednávek. Podobně software využívá i dat z výroby v minulosti a vytvoří plán pro výrobu nových zakázek. IFS nově umožňuje i simulace „what-if“. Možnosti optimalizací jsou podobně jako u produktu i2 hodně široké.

1.3.7 Skupina software INFOR

Software americké společnosti Infor Global Solutions [19] asi není třeba představovat. Jedná se o jednoho z největších dodavatelů informačních systémů pro podnik na světě. Vznikla spojením několika firem dodávajících informační systémy. Lze jej srovnávat s firmami SAP a Oracle. Společnost má několik tisíc zaměstnanců v pobočkách po celém světě.

U informačních systémů tohoto rozsahu nemá smysl rozebírat jejich možnosti. Pro každé použití se může vytvořit odpovídající řešení. Výhodou při nasazení mohou být zkušenosti s implementací systému v podobných podmínkách jinde ve světě.

1.3.8 IS K2

Informační systém ostravské firmy K2 atmitec s.r.o. [20] se nasazuje v několika variantách závislých na velikosti podniku nebo firmy.

Systém pro zaplánování výroby je velmi obecný. Dokonce má možnost zaplánovat jednotlivé objednávky podle priorit. Počet priorit je daný uživatelem nikoliv systémem. K2 zatím nepodporuje přeplánování výroby. Důvody a informace k filozofii plánování jsou popsány v [7]. Systém dokáže zaplánovat výrobu pro zvolený počet objednávek. Pokud volíme přibližně stejné objemy objednávek, pak lze plánovat konstantní počet dnů dopředu. Při tomto typu plánování je vhodné, aby naplánovaná výroba trvala několik málo dní. Zaplánování je pak přesné. Navíc systém poskytuje řadu mechanismů určených ke kontrole výroby. Systém má komplexní provázání zboží a výroby. Informace o technologickém postupu si nese každá vyráběná položka. Systém od verze Profesional je doplněn skriptovacím prostředím. Skripty umožní rozšíření vlastního software podle požadavků uživatelů. Pomocí skriptů se lze dostat prakticky ke všem informacím

v systému a lze je nejen načítat, ale i upravovat. Pak lze některé rutinní činnosti ve firmě plně automatizovat, i když původní systém s touto automatizací nepočítá. Široké možnosti skriptování, vlastní reportovací systém a počet implementací systému patří k přednostem tohoto software.

1.3.9 JD Edwards EnterpriseOne, Oracle E-Business Suite-SCM

Dodavatelem těchto programů je známá společnost a výrobce jedné z nejrozšířenějších databází ve světě Oracle Corporation [21]. V České republice navíc řešení této firmy dodává řada menších společností například BSC Praha spol. s r.o. V případě software Edwards EnterpriseOne a Oracle E-Business Suite-SCM jde o kompletní systémy s několika desítkami tisíc zákazníků po celém světě. V tomto software stejně jako v několika málo dalších globálně rozšířených programech je již problém najít nějakou část z firemních procesů, kterou program nedokáže řešit. Existují desítky řešení a k nim stovky a tisíce uživatelů, kteří Vám mohou pomoci svými zkušenostmi s nasazením tohoto programu. Částečné nasazení těchto programů je však otázkou financí a nákladů na implementaci, která není levná. Na druhou stranu můžete počítat nejen se zaručenou podporou, ale i s rozsáhlými databázemi uživatelských zkušeností a nápadů. Při nasazení tohoto typu software je vysoká pravděpodobnost na získání dotací z fondů EU.

1.3.10 Microsoft Dynamics AX, NAV

Společnost Microsoft [22] a její česká pobočka Microsoft s.r.o. je spíše známá jako dodavatel operačních systémů pro počítače a servery. Pro uživatele z firemního prostředí však také jako dodavatel informačních systémů založených na produktech této firmy. Pokud použijete některé produkty firmy Microsoft i pro jiné účely může být nasazení tohoto systému zajímavé i finančně. Nebo pokud již máte zakoupené některé produkty této firmy pro jiné účely, nemusíte si je kupovat znovu. Obecně platí stejné informace jako o nasazení produktů firmy Oracle nebo SAP. Podíl Microsoftu na trhu s informačními systémy neustále roste a daří se mu získávat i zákazníky ostatních velkých firem. I tato skutečnost opět zaručuje kvalitní úroveň podpory informačních systémů této společnosti.

1.3.11 mySAP SCM

Software SAP [23] není třeba nijak představovat. Společnosti patří mezi jedno předních míst mezi softwarovými společnostmi světa. Její vlastní název je pro mnoho lidí i synonymem pro podnikové informační systémy. V České republice je tento software nasazen ve většině velkých firem. Pro výrobní podniky představuje SAP komplexně propojené agendy od příjmu zakázky, přes její výrobu až po její ekonomické zhodnocení. Stejně jako u jiných rozšířených systémů, existuje škála komplexních řešení pro výrobu a její řízení. Podobně jako u software všech velkých společností je zde zaručen vývoj a podpora na vysoké úrovni.

1.3.12 myWAC

Software brněnské společnosti myWAC TECHNOLOGIES s.r.o. [24] si můžete po vyplnění registračních údajů vyzkoušet přímo na internetových stránkách tohoto výrobce. Systém používá tenkého klienta, pro práci s informačním systémem stačí internetový prohlížeč. Se systémem lze pracovat i na přenosných zařízeních s internetovým prohlížečem. Zajímavou vlastností je možnost práce offline. Tento přístup ocení zejména uživatelé při služebních cestách. Další netradiční vlastností pro informační systémy je on-line aktualizace systému.

Aplikace Výroba je vhodný pro kusovou, sériovou nebo i zakázkovou výrobu, slouží k evidenci, plánování a sledování výroby. V oblasti plánování výroby systém umožní zaplánovat zakázku a sledovat její výrobu pomocí stavu položky.

1.3.13 PREACTOR

Software firmy Preactor International u nás distribuuje firma Minerva [25]. Tento software existuje již řadu let a má již několik tisíc instalací po celém světě. I když se počtem nasazení se nemůže rovnat produktům společností Oracle nebo Microsoft, nabízí řadu zajímavých řešení.

Jako jeden z mála produktů „menších“ firem umožňuje plánování na základě priorit. Program navíc plně podporuje přeplánování. Výsledkem přeplánování je seznam zakázek, které se mi posunou a informace o kolik dní se mi zpozdí výroba, případně o kolik nestihnu termín. Software dovolí vyrábět pouze z materiálu, který je na skladě, nepovolí Vám

vyrábět ani naplánovat z „ničeho“. Materiál nemusí být přímo skladem, pokud existuje objednávka na materiál, pak se výroba naplánuje tak aby jednotlivé kroky navazovali na dodávky. Vše je v základní verzi programu nic není třeba programovat! Na rozdíl od některých programů na trhu, které tyto činnosti „umožňují“, ale nejsou součástí základních verzí programů. Systém je vhodnější pro plné nasazení, ale je možné i částečné nasazení pro menší firmy. Může se nasadit pro plánování ve firmách do 100 zaměstnanců, případně do určitého počtu strojů.

1.3.14 PSIpenta

Německá společnost Berghof Systeme vytváří systém PSIpenta, který v České republice prodává olomoucká společnost IS Berghof s.r.o [26]. Jejimi zákazníky jsou většinou podniky se strojírenskou výrobou.

Optimalizace výroby se soustředí na minimalizaci skladových zásob, dodržování termínů objednávek a zkrácení výrobní doby. Důraz je kladen na ekonomiku řešení a transparentní sledování nákladů. Systém nabízí automatizované mechanismy pro optimalizaci využití kapitálu pro každou zakázku. Z pohledu efektivního využití financí jsou již některé kroky výrobních firem v konfliktu. Zákazníci požadují rychlé vyřízení svých objednávek, to však předpokládá předzásobení se materiálem nebo polotovary kvůli zkrácení doby výroby a jde proti efektivitě využití financí. Systém optimalizuje pro jednotlivé zakázky dobu skladování a čekání ve frontách při výrobě při dodržování dodacích termínů. Dále synchronizuje výrobu a logistiku za účelem minimalizace skladových zásob.

1.3.15 QI

Brněnský výrobce software DC Concept a.s. je tvůrcem informačního systému QI [27]. QI používá v současnosti více než 500 firem a podniků. Zajímavou stránkou tohoto systému je ukládání a získávání dat z databáze.

Systém je nasazen i ve výrobních firmách produkujících kusovou, zakázkovou i sériovou výrobu. Podporuje kapacitní plánování s ohledem na priority zakázek včetně grafického zobrazení a řízení výroby podle teorie úzkých míst. QI používá algoritmus s uživatelsky nastavitelnými parametry, kterými lze upravovat rozložení zakázek na jednotlivé pracoviště. Celková optimalizace pak závisí na prioritách zakázek, kapacitách výrobních linek a optimálních výrobních dávkách. Modul řízení výroby obsahuje i funkci pro

sledování plnění úkolů přímo na dílně. Systém lze upravit podle požadavků zákazníka tak aby vyhovoval firemním zvyklostem.

1.3.16 DSB Manufacturing Manager

Dodavatelem systému DSB Manufacturing Manager [28] je Data software Brno s.r.o. Společnost je spíše známá jako partner HighJump Software a tedy i jako dodavatel skladových řešení pro distribuční firmy.

Systém DSB Manufacturing Manager je systém pro řízení výrobních procesů. Umožňuje kontrolu výrobního procesu, optimalizaci kapacit a zamezuje vzniku prodlev při výrobě. Systém sleduje shodu v požadovaném termínu s termínem dokončení zakázky ve výrobě, pokud dochází ke zpoždění, navrhne úpravy ve výrobě. DSB optimalizuje výrobní proces při maximálním využití kapacit výrobních linek. Systém umožňuje grafické zobrazení vytížení strojů a zařízení, aktuálních stavů zakázek, upozorní na snížení výkonu nebo zablokování výrobního procesu. Systém DSB Manufacturing Manager lze propojit s informačním systémem Microsoft Dynamics AX 4.0. K propojení využívá standardizované rozhraní. Díky tomuto rozhraní lze vytvořit propojení na libovolný systém. Tento software je tedy možné využít k doplnění funkčnosti stávajícího informačního systému.

1.3.17 SYMPHONY

Poslední z výběru software pro řízení výroby zůstává produkt Symphony od izraelské firmy Inherent Simplicity LTD. I když může znít stát původu tohoto software poměrně exoticky, setkáváme se softwarovými produkty z této země poměrně často i u nás. V České republice stojí za tímto programem pražská firma Goldratt CZ, s.r.o. [29]. Software je založený na myšlenkách Teorie omezení (TOC) popsanych Dr. Eliyahu Goldrattem. Jedná se o manažerskou teorii nabízející nový přístup k řízení a zlepšování činností organizací. Teorie staví na myšlence, že každý systém obsahuje minimálně jedno úzké místo, jinak by dosahoval svých cílů v neomezené míře. Poskytuje pak metodiku jak omezení nalézt a účinně využít.

Řízení výroby je směřováno s ohledem na ekonomické ukazatele společnosti. V rámci celé společnosti používá jeden prioritní systém. Software poskytuje prostředky pro řešení stavů na hraně kapacit, nebo práci s nečekanými událostmi.

1.3.18 Možnosti nasazení software plánování

Cílem této části diplomové práce bylo popsat existující možnosti v oblasti plánování výroby pro středně velkou firmu a případné možnosti nasazení některého z vybraných programů. Výrobní firmy si zřejmě pro svou potřebu volí informační systémy, které umí nebo po úpravě umožní plánování jejich typu výroby. Pokud by informační systém v takto orientované firmě nebyl schopný pokrýt výrobní části, existuje několik způsobů řešení. Jedním z nich je kompletní výměna informačního systému, dalším je doplnění jiným systémem pro plánování výroby. Variantu s nasazením dvou informačních systémů, které se vzájemně doplňují, bych nedoporučoval.

Ve dvou paralelních systémech je prakticky nemožné se vyhnout duplicitě informací. Tím může dojít ke stavu, kdy jeden ze systémů pracuje s neaktuálními daty. Důsledky rozdílných stavů mohou být od bezvýznamných až po katastrofální. Koexistence dvou systémů není doporučovaná ani od dodavatelů software. Pro plánování výroby je nutné poskytnout plánovacímu programu spoustu informací.

Doplňkový systém pro plánování a optimalizaci výroby musí mít k dispozici část informací z hlavního systému. Doplnkový systém tato data musí umět načíst. Tímto způsobem pracuje řada specializovaných programů. Výhodou tohoto typu řešení jsou širší možnosti specializovaných programů, před obecnějšími, ale taky omezenějšími možnostmi ERP systémů.

Někdy doplňkové systémy kompenzující zatím nefunkční části ERP po dobu, než bude požadovaná funkčnost v ERP zprovozněna. Nebo nahrazují části původních systémů, které nedokážou pokrýt potřeby podniku, protože se s touto funkčností původně ani nepočítalo.

Kompletní výměna informačního systému je nákladnou záležitostí a to jak časově tak finančně. Proto musí existovat přesné zhodnocení situace, ztrát a přínosů takovéto akce na chod podniku. Přechod se vyplatí, jen pokud přinese zlepšení do více oblastí podnikových činností najednou. Počítat s přínosem pouze v jednom směru nemusí být vždy dostatečným argumentem pro přechod.

Zajímavými jsou z tohoto pohledu systémy umožňující rozšíření funkčnosti pomocí vestavěných nástrojů. I když požadovanou funkčnost neobsahují, lze ji pomocí nástrojů vytvořit a provozovat jako součást informačního systému.

2 PŘEHLED MOŽNOSTÍ ZVOLENÝCH PROGRAMŮ

2.1 Plánovací programy

Software umožňující plánování výroby lze rozdělit i podle místa původu na produkty, které vznikly v České republice a zahraniční programy. Zahraniční výrobci software mají v této oblasti určitý náskok před tuzemskými výrobci. V zahraničí se výroba začala z ekonomických důvodů optimalizovat mnohem dříve než u nás. Rozhodující byly ceny energií a náklady na práci zaměstnanců a finance vázané ve výrobcích. Stejný tlak ze strany firem začali tuzemští výrobci software pociťovat až před několika lety. Moduly systémů určené pro plánování výroby se objevují již ve všech významných tuzemských systémech, případně se rozšiřují jejich možnosti, přesto ještě nedosahují obecnosti a komplexnosti zahraničních systémů.

Další zajímavou schopností v některých zahraničních informačních systémech je možnost simulace „what-if“. Systémy pomocí této funkčnosti jsou schopny namodelovat různé situace při výrobě například výpadek důležitých strojů. Na rozdíl od simulačních programů jsou již informace v systému zadány a není nutné vytvořit model. Zatím však nedosahují širě možností simulačních programů. Pro běžnou činnost plánování výroby však tyto nástroje plně postačují.

Postupů jak plánovat výrobu je několik. Záleží na preferencích výrobního podniku či firmy. Požadavky na výrobu se mění dynamicky, záleží na typu výroby, jestli se vyplatí s dynamickými změnami počítat. Pokud výroba trvá několik hodin nebo dní nejsou změny tak velké jako při výrobě zhotovující své výrobky v řádu několika týdnů. Pokud má software podporovat i dynamické změny musí zvládat přeplánování výroby na jednotlivých linkách nebo pracovištích. Většinou se změny pro přeplánování řídí i prioritami zakázek. Tím lze měnit pořadí jednotlivých zakázek při výrobě, bez ohledu na to v jakém pořadí byly do systému zadány.

Část plánovacích programů již dokáže uživatele upozornit na nedostatek materiálů a polotovarů pro výrobu, nebo dokáže i tyto prostředky sama objednat. Některé programy jsou dále a predikují potřebu materiálů s dostatečným předstihem. Pokud software zjistí nedostatek surovin, až při samotném zaplánování může být pozdě sehnat materiál na požadovaný termín.

Dalšími kritérii je typ výroby, pro který je systém určen, zda se jedná o výrobní linku se sériovou výrobou, kusovou výrobou, nebo zakázkovou výrobou. Možnosti optimalizace plánování výroby. Zda umí software optimalizovat podle úzkých míst, podle dopravy výrobků nebo podle změn v nastavení strojů.

Poslední, ale ne méně důležitou je platforma, na které daný software pracuje. Zde je důležité přihlédnout k možnostem i schopnostem oddělení informačních technologií. Ne vždy změna platformy musí přinést jen zlepšení.

2.2 Typy výroby

Při zavádění informačního systému se snaží implementátor systému co nejvíce přiblížit reálnému fungování podniku. Někdy se však lze setkat i obráceným přístupem, firma chce přizpůsobit svoje chování určitým standardům. Zde je pak otázkou, do jaké míry má standardní postupy zaveden informační systém. Za tímto účelem dokonce vzniklo několik sdružení, které se snaží vytvořit standardní postupy v rámci jednotlivých firemních procesů.

Při plánování výroby vycházíme z typu výrobního procesu v dané firmě. Výrobu lze rozdělit podle počtu výrobků na kusovou a sériovou. Obecně u kusové výroby se většinou jedná o složitější stroje a zařízení. Sériová výroba produkuje výrobky pro běžnou spotřebu.

Dále lze rozdělit výrobu podle způsobu prodeje na výrobu na sklad a na zakázkovou výrobu. Výroba na sklad je typická pro potravinářství, farmacii, spotřební průmysl nebo některé části strojírenské výroby. Vyrábí se podle standardních postupů bez speciálních úprav, i když se výrobky mohou lišit konečným balením, nikoliv však vlastnostmi produktu. Zakázková výroba probíhá až po objednání výrobku odběratelem. Záleží jen na odběrateli, nakolik bude daný výrobek specifický. Nevýhodou při plánování tohoto typu výroby je odhad vývoje poptávky do budoucna. Pro plánování obecně nezáleží na typu výroby, ale typ výroby klade důraz vždy na jinou část plánování. Plánování se dá rozdělit na dvě hlavní části, plánování kapacit (výrobních prostředků i obsluhy) a plánování požadavků na materiál. S nástupem krize se začíná objevovat ještě další typ plánování a to plán toků finančních prostředků.

2.3 Plánování výrobních kapacit

Při plánování kapacit se využívají tři hlavní způsoby zaplánování. Prvním z nich je MRP systém. Při tomto způsobu se zjistí požadované finální výrobky a jejich rozpadem se zjistí jak materiálové tak kapacitní požadavky. Dalším je plánování při omezených kapacitách APS. Jde o plánování hledající globální maximum nebo minimum. Posledním do této trojice je systém založený na omezení obecně označovaný jako TOC.

2.3.1 MRP, MRP II

Manufacturing resource planning i jeho novější verze MRP II, která přidala plánování kapacit, pracují na jednoduchém principu rozkladu výrobku na jednotlivé materiály, polotovary a jednotlivé operace při výrobě. Původ MRP sahá do počátku využití počítačů a automatizovaného zpracování dat v polovině šedesátých let minulého století. Pro použití tohoto způsobu zaplánování je nutné mít v informačním systému zadané zakázky na požadované výrobky, pro výrobky jejich technologický postup výroby a materiály, které do nich vstupují, pokud již nejsou součástí technologického postupu. Tato data však naprostá většina ERP systémů již obsahuje. Proto ani nasazení MRP nebývá u těchto systémů problémem. Systém lze aplikovat komplexně pro celý výrobní program, jeho části nebo jen vybrané výrobky. Vzhledem ke své jednoduchosti bývá často implementován již v samotném ERP. Důležitým předpokladem pro správné fungování MRP jsou vstupní data. Pokud jsou data nepřesná, nedostávají výstupy odpovídající realitě. Je proto nutné udržovat v systému aktuální data.

MRP pracuje iteračně. Systém zaplňuje zakázku dopředně (datum vstupu do výroby), nebo zpětně (požadovaný termín). Pokud je například překročen požadovaný termín systém upraví vstupní data a zaplňuje požadavek znovu.

Tento systém velmi dobře reaguje na změny vstupních parametrů, to je priorit i výrobních kapacit. Je jednoduchým na používání i porozumění principů, které využívá. Řeší jednotlivé záležitosti sekvenčně, nejdříve vyřeší materiálové požadavky a dále pak požadavky na kapacity pracovišť. Lze jej jednoduše algoritmizovat a implementovat přímo do systému. Obecně by se neměl výstup lišit od výstupu, který si uživatel dokáže „poskládat v hlavě“ nebo jinou jednoduchou technikou.

2.3.2 APS

Metoda Advanced Planning Scheduling již vznikla v době rozvinuté počítačové techniky s požadavky odpovídajícími této době. Výsledky by měly být k dispozici „okamžitě“ a postup by měl optimalizovat více oblastí najednou. To sebou nese zvýšené požadavky na výpočetní algoritmy i na vlastní hardware, kde výpočty probíhají. Optimalizovat můžeme současně například skladové zásoby, náklady na výrobu, kvalitu výroby, využití kapacit jednotlivých pracovišť a třeba termíny dodávek. Pro tento systém plánování je důležité dodržování výstupních plánů. Čím více se odchýlíme od plánu, tím méně jsou splněny optimalizační požadavky.

Výhodou tohoto systému před MRP jsou okamžité odpovědi na položené dotazy. Ihned můžeme zákazníkovi sdělit termín dodání objednávky, nebo ekonomovi náklady na jednotlivé zakázky. Systém může nabízet plánovači nebo technologům optimální řešení v aktuální situaci.

APS rychle reaguje na vstupní podmínky a poskytuje informace, které již člověk není schopný dát do hromady pouhým srovnáním a to buď v hlavě, nebo na papíře. Má však podstatně složitější algoritmizaci i implementaci do systému. Je závislý i na výpočetním výkonu použitého hardware. Zajímavé by zde mohlo být použití založené na levných, ale obrovsky výkonných GPU. Není totiž problém převést kompletně výpočty do celých čísel. Tento systém nepožaduje pevně strukturované vstupní údaje, je možné informace vložit z více zdrojů.

Systém APS lze dále propojit se systémem SCM (Supply Chain Management) u odběratelů. Tento systém pak přizpůsobuje dodávky výrobků pro jednotlivé odběratele a automatizuje logistiku mezi takto spojenými firmami.

2.3.3 TOC

Theory Of Constraints v českém překladu se nazývá teorií omezení a pochází od Dr. Eliyahu Goldratta. Myšlenky teorie vychází z jednoduchých požadavků a příčin jejich vzniku. Přesto je nelze jednoduše vyjádřit pomocí vzorců nebo algoritmů. TOC se využívá hlavně v plánování výroby. I když nasazení programů řešících plánování výroby pomocí této teorie není časté. Teorie staví na jednoduchých předpokladech. Smyslem firmy je vytvořit zisk. Jednotlivé procesy na sebe navazují a podléhají statistickým vlivům. Každý

system má minimálně jedno omezení, jinak by dosahoval podnik zisků v neomezené míře. TOC se soustředí na hledání těchto úzkých míst a na jejich řešení. Vše v podniku se podřídí úzkému místu, naleznou se cesty a prostředky pro zvýšení kapacity úzkého místa. Pak se celý postup opakuje, najde se nové úzké místo, které vzniklo odstraněním starého.

TOC řeší úzké místo v podniku speciálním postupem. Nesnaží se minimalizovat zásoby pro úzké místo, ale drží je na určité úrovni. Považuje za menší zlo ztráty způsobené nadbytečnými zásobami v rozumné výši než ztráty způsobené nižším využitím úzkého místa. Vše musí být na místě dříve, než je požadováno v plánu. To jak materiál tak například dělník střídající svého spolupracovníka z předchozí směny. Ztráty vzniklé v úzkém místě nelze již nikde dohnat! Snahou je maximalizovat tok přes úzké místo.

TOC je vhodný pro podniky na hraně svých výrobních možností s cílem ještě navýšit výrobu. TOC lze implementovat i bez jakéhokoliv software! Musí se však nalézt úzké místo a maximalizovat jeho využití, což je nejsnadnější právě s podporou počítačové techniky a odpovídajícího software. Na počátku nepožaduje TOC žádné data. Pokud chceme odhalit úzké místo je však nutné data sesbírat a teprve jejich analýzou najít úzké místo.

TOC v současné době nemá implementováno mnoho systémů. Jde hlavně o programy specializované na výrobu vyvíjené zahraničními firmami.

2.4 Plánování zásob materiálů

Pro plánování nákupu materiálů existují v současné době dvě hlavní metody MRP a kanban. Název druhé jmenované pochází z japonského slova pro „oznamovací kartu“, nebo výrobní průvodku.

2.4.1 MRP

System MRP byl již popsán ve své modifikované verzi v minulé kapitole. MRP optimalizuje skladové zásoby jen na požadované množství a minimalizuje množství financí vázaných v materiálech. Využívá se hlavně v zakázkových výrobcích. System MRP bývá taky označován jako system tlačný.

2.4.2 Kanban

Metoda kanban vznikla v japonské továrně firmy Toyota Motors. Metoda se využívá ve velkosériových výroбах nebo při výrobě zboží s velkou setrvačností prodeje. Dodavatel ani odběratel nevytváří žádné sklady. Výroba si tahá materiál nebo součástky od dodavatele jen v potřebném množství. Proto bývá označována i jako tažná metoda. Materiál je pouze v aktuálním zásobníku. Používá se systém se dvěma zásobníky, jeden je plněn u dodavatele a současně z druhého jsou odebírány materiály nebo součástky výrobním procesem. Předpokládá se rovnoměrná spotřeba materiálu ve výrobě. Na rozdíl od MRP je v systému kanban materiál okamžitě dostupný pro výrobu což znamená i snadnější plánování výroby.

2.4.3 Smíšené systémy

V praxi se většinou jedná o smíšené systémy, kde se pro složitější části nebo polotovary používá metoda MRP a pro jednoduché součástky nebo pro materiály metoda kanban. Který systém bude zvolen pro danou součást výroby, záleží na jeho ceně i dodacích lhůtách.

3 SOFTWARE PRO SIMULACI

3.1 Software WITNESS

Software Witness produkuje anglická společnost Laner Group Ltd. V České republice jej distribuuje pražská firma HUMUSOFT s.r.o. [30] Software slouží k simulaci diskrétních systémů. Je používán pro simulaci celého spektra úloh od výrobních, přes zásobovacích, dopravních, finančních až třeba po toky informací v systémech.

Výhoda simulace před reálným vyzkoušením určité situace v běžném provozu je zřejmá. Vyhnete se nákladům na úpravu a testování takto upravených provozů a nemusíme nést případné důsledky neočekávaných situací. Simulovaný systém nemusí ani existovat, přesto si můžeme ověřit jeho chování na modelu. Další výhodou simulace je možnost zrychlit čas. Lze spočítat řadu možností a vyhodnotit, která je výhodnější, případně optimalizovat více parametrů najednou.

3.2 Modely ve Witness

Witness lze použít pro rozbor a zlepšení jakéhokoliv postupu ve firmě či instituci. Modely jsou dynamické a je na nich možné sledovat například pohyb výrobku mezi jednotlivými pracovišti, chování klientů bank, pohyb dopravních prostředků či jiné pro nás zajímavé skutečnosti. Současně jsou sledovány statistické hodnoty jednotlivých komponent modelu, případně vybrané parametry, podle kterých určíme efektivitu daného nastavení parametrů.

Modely jsou ve Witness tvořeny v intuitivním grafickém prostředí, nebo je lze tvořit a upravovat ve speciálním textovém formátu. Práce v grafickém prostředí je jednoduchá a nenáročná, ovšem v případě větších projektů při častém opakování některých činností pomalá. Vytvořit model přes textový formát je zase výhodné pouze v případě častějšího modelování. Prostudování formátu totiž zabere značné množství času. Od programu na této úrovni bych očekával skriptovací jazyk, který by automaticky pomáhal vytvářet části modelu s požadovanými vlastnostmi. Práce při tvorbě modelu by se jistě výrazně urychlila.

3.3 Simulace procesů

V současné době se již začínají objevovat simulační komponenty i v informačních systémech podniků. Příčinu lze hledat v ekonomické oblasti a snižování nákladů na výrobu. Společně s plánovacími systémy jsou schopny vyhodnotit a nabídnout výkonnější řešení než představuje aktuální stav. Organizační změny nebo úpravy technologických postupů se nejdříve ověřují právě pomocí simulačních systémů. Jedním z nich je i software Witness. Nevýhodou těchto software jsou vysoké pořizovací náklady. Proto se zatím prosazují ve větších firmách, kde je více možností pro jejich použití.

Software lze použít k analýzám typu „what-if“ v širší podobě než umožní některé současné informační systémy, s touto implementovanou úlohou. Ve Witness lze měnit parametry v jakémkoliv čase a okamžitě vidět důsledky těchto změn.

Software Witness je dodáván ve dvou verzích. Pro výrobu a logistické problémy je určena verze "Manufacturing Performance Edition". Pro simulace v servisních organizacích a v odvětví služeb je vytvořena verze "Service and Process Performance Edition".

3.4 Witness Suite

Witness Suite je sada programových nástrojů určených pro simulaci a optimalizaci výrobních, logistických a servisních systémů. Nad jádrem Witness pracuje celá řada modulů specializovaných na určité problémy, od řešení optimalizačních částí procesů, přes vyhodnocovací nástroje, části určené pro prezentaci a dokumentaci výsledků po nástroje sloužící k exportu nebo importu dat z Microsoft VISIO a CAD/CAM systémů.

Witness Suite následující moduly:

- **Witness** – jádro systému poskytující rámec základního pracovního prostředí sloužící k vytváření modelů a simulacím procesů
- **Scenario manager** – je modul pro tvorbu experimentů podporující různé varianty a jejich grafické a textové vyhodnocení
- **Presentation manager** – modul sloužící pro tvorbu prezentací o simulovaných systémech

- **Optimizer** – modul zjednodušující provádění experimentů, slouží k hledání optimálního nastavení parametrů simulovaných systémů, minimalizuje dobu práce s experimenty nad vytvořenými modely
- **Witness VR** – je modul pro 3D zobrazení modelů systémů, využívá se pro lepší prostorovou představivost, dokáže pracovat s návrhy prvků z programů CAD
- **Documentor** – slouží k vytváření dokumentace k simulaci
- **Witness server** – slouží pro tvorbu aplikací, které spouštějí simulace na serverech, výstupy ze simulací jsou dostupné uživatelům sítě. Simulace lze ovládat pomocí internetového prohlížeče nebo programu Microsoft Excel.
- **Witness VISIO** – je program pro Microsoft VISIO, umožňující spouštět simulace uvnitř tohoto programu
- **L-Sim** – komponenta jazyka Java pro simulaci procesů
- **Witness VISIO Link modul** – slouží k přenosu modelů a ke komunikaci mezi programy Witness a Microsoft VISIO
- **VISIO Simulation Solution** – podporuje simulace na modelech, vzniklých v programu Microsoft VISIO. Nástroj není závislý na programu Witness. Je cenově dostupnější než plnohodnotný program Witness.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 POPIS AKTUÁLNÍHO STAVU

Aktuální informační systém zahrnuje modul Výroba obsahující obecné nástroje pro plánování výroby. Pro praktické nasazení je nutné informační systém upravit podle firemních potřeb.

Samotné provedení plánování je úzce spjato s technologickými postupy uvedenými v informačním systému. Technologický postup je spojený přímo s výrobkem. Technologický postup obsahuje operace a jejich časy na jednotlivých pracovištích, potřebu materiálů nebo polotovarů a potřebnou obsluhu při výrobě. Pro jeden výrobek může existovat více variant postupu. Varianty se od sebe mohou lišit použitými materiály i výrobními postupy.

Modul Výroba je řešen velmi obecně. Je nachystán pro přizpůsobení informačního systému vlastním podmínkám ve firmě, kde je nasazen. Je vhodný pro zakázkovou, sériovou, procesní výrobu i pro výroby používající kanban. Systém je vhodný i pro víceúrovňové výroby.

Plánování výroby implementované v informačním systému není používáno, protože nepodporuje prioritní plánování, nebo přeplánování výroby.

Implementovaná verze plánování přesto obsahuje spoustu funkcí, kterou jen v krátkosti zmíním. Systém podporuje zaplánování do omezených nebo neomezených kapacit s ověřením vstupních surovin, podle klasických metod MRP nebo novějších APS, TOC nebo JIT. Plánovací výstupy lze promítnout do grafické podoby a najít úzká místa nebo vytížení jednotlivých prostředků. Ganttovy diagramy lze použít k odhadu termínů dodání výrobku. Stav rozpracování výroby lze sledovat přímo na průvodce, nebo v modulech prodeje přes program Dispečer.

4.1 Plánování

Výroba a její plánování je navrženo v informačním systému vysoce obecně, aby umožnilo vyšší přizpůsobení firemním procesům. V dodávané verzi informačního systému nelze vytvořit plány odpovídající firemním požadavkům.

4.1.1 Kalendáře

Pro plánování výroby jsou důležité kalendáře pro jednotlivé pracoviště, udávající kapacity pracovišť. Informační systém obsahuje plánovací kalendáře pro jednotlivé zdroje. Lze nadefinovat typy jednotlivých kalendářů pro jednotlivá pracoviště ve výrobě. Kalendáře by se mohli použít pro vlastní úpravu plánování. Pokud by však firma chtěla v budoucnu přejít na standardní plánování, došlo by ke kolizi. Do kalendářů by zapisoval systém i vlastní program pro úpravu plánování. Přejít na jiný systém ze dne na den se v praxi nepoužívá. Oba systémy by musely pracovat souběžně, než by se nový systém vyladil. Proto je nutná vlastní verze kapacit pracovišť, která nemá vliv na standardní verzi v informačním systému.

4.1.2 Dispečer

Funkce dispečer není v současném systému využita, místo této funkce se pro zadávání do výroby používá speciální úprava vyvinutá dodavatelskou firmou systému. Obchodníci pro svoji práci však nepotřebují složitý systém, aby zjistili stav objednávky. Postačí jim pole s krátkou informací s označením aktuálního stavu objednávky. Pole s informací o stavu položky z objednávky bude doplněno do systému, i když tato funkčnost přímo nesouvisí s plánováním.

4.1.3 Plánovač

Standardní systém pro zaplánování používá funkci Plánovač. Funkce zarezervuje zdroje pro průvodky. Systém se používá pro zaplánování určitého počtu průvodek pro jisté období podle firemních zvyklostí. Po zaplánování již nelze rezervované zdroje upravovat. Tato vlastnost je asi hlavní příčinou pro vytvoření vlastního programu pro plánování. Program pro plánování musí umožnit změny v pořadí zakázek již zadaných do výroby. Pořadí důležitosti ve výrobě určují samotní obchodníci. Tento požadavek vedl k vytvoření pole priorit. Plánování pak respektuje její hodnotu. Vyšší prioritu budou získávat zakázky pro hlavní odběratele, požadující daný výrobek v krátkém čase, nebo zakázky finančně velmi výhodné s dodacím termínem, který nelze měnit.

5 ÚPRAVY INFORMAČNÍHO SYSTÉMU

5.1.1 Priority zakázek

Ve chvíli kdy je do systému zavedena a potvrzena nová objednávka, se může spustit proces výroby. V aktuálním systému chybí však vazba výroby na obchod, která udává důležitost objednávky nebo jejích položek. Ne vždy je nutné dodržet termín za každou cenu. Pokud si objednává zákazník zboží s dostatečným předstihem, není nutno vytvářet tlak na výrobu a nutit ji dodržovat termín, který v konečném důsledku není pro firmu prestižní záležitostí ani ekonomickým přínosem. Výroba bez dodatečných informací o prioritě zakázky pak může naopak zpozdit výrobu zboží, které je výhodné ekonomicky nebo i prestižní záležitostí. Zavedení priorit zakázek umožní výrobě pružněji reagovat na jednotlivé typy objednávek. Výsledkem pak je dodržení termínů zakázek, které přináší firmě zisk nebo zvýší pověst firmy mezi odběrateli. Spokojený zákazník, kterému se vyrobí nedostatečné zboží v požadovaném termínu, je pak příslibem do budoucna pro další zakázky. Při výrobě však nejde jen o dodržování termínů zakázek tohoto typu. Může nastat i opačný problém, pokud zákazník není schopný splácet své závazky a to jak dočasně tak dlouhodobě, může výroba zareagovat obráceným postupem. Rozpracovanou zakázku pak pozastavit a snížit ztrátu z této zakázky, nebo pokud to dovolí stav rozpracování, upravit tak aby splňovala požadavky jiného zákazníka. O tom jak naložit s danou zakázkou pak rozhoduje management výrobní části. Obchodníci se pak nemusí zatěžovat komunikací s výrobní částí firmy.

Obráceně může výroba informovat obchod o zpoždění některých zakázek. Zde již však není nutné zpozdit zakázky s vyšší prioritou, ale jsou vybrány takové zakázky, u kterých i několikedenní zpoždění nemusí přinést žádné sankce ze strany odběratelů. Obchodní oddělení pak zareaguje podle smluvených termínů a odhadů data výroby. V části případů ani nemusí kontaktovat zákazníka, protože termíny odběru jsou nastaveny dostatečně volně. V další části případů se zákazník zkontaktuje a podle dohody se ponechají termíny nastavené výrobou nebo se zvýší priorita a výroba si přeplánuje jednotlivé zakázky, aby splnila požadavky s menšími odchylkami termínů.

5.1.2 Stavy zakázek

V systému jsou části pro obchod a výrobu odděleny. Není nutné, aby se obchodník probíral doklady výroby. V naprosté většině případů k těmto dokladům ani nemá přístup. Nastavení je dáno bezpečnostními pravidly, zamezujícími přístupu například k informacím o technologických postupech. Přesto musí někdy odpovídat na dotaz zákazníka v jaké fázi je jeho objednávka. Postup informovat se emailem nebo telefonem u managementu výroby nebo přímo u mistrů jednotlivých linek je nepružný, a nemusí přinést přesné informace. Byla zavedena vazba mezi výrobou a danou objednávkou. Podle tohoto stavu pak lze zjistit jednoduše stav dané objednávky až na jednotlivé položky aniž by se musela, kterákoliv ze zúčastněných stran zatěžovat komunikací. Stav je doplňován většinou automaticky na základě jednotlivých úkonů při výrobě nebo administrativě. Hodnota pak poslouží výrobě, kterou ihned informuje o nových požadavcích nebo obchodu pak systém sdělí stav výroby, aniž by musel kdokoliv prohledávat mnoho výrobních dokladů.

Změny stavů lze ukládat a následně vyhodnotit výrobní postup, nakolik jeho nastavení odpovídá realitě. Zpětně pak lze upravit přibližné dodací termíny pro jednotlivé zboží.

5.1.3 Zjednodušení práce uživatelů

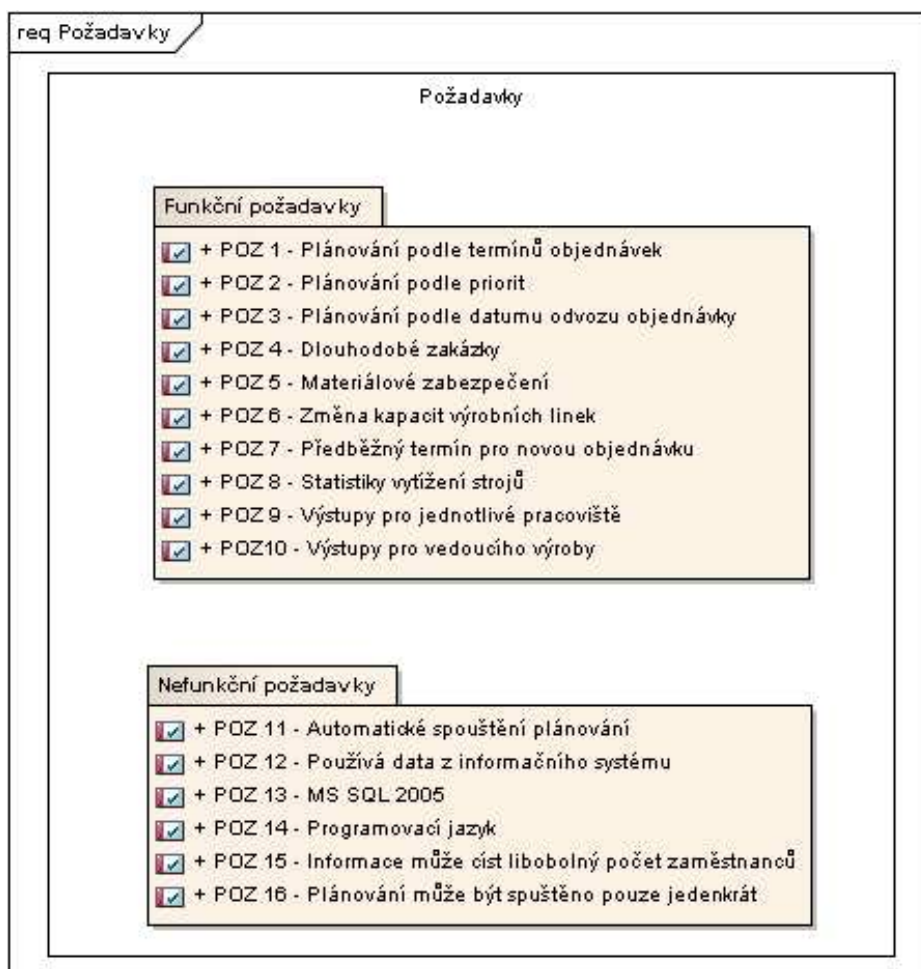
Spousta systémů si neklade za úkol automatizovat práci. Jsou zaváděny s ohledem na uchování dat a jejich následného využívání v kumulovaných pohledech s určitými aspekty. Zjednodušení práce vzniká jen při některých činnostech. Současná doba však klade na informační systémy tlak i v oblasti automatizace některých činností. Důvodem je uspořít co nejvíce administrativních činností spojených s provozem firem a podniků. Tlak ze strany manažerů na automatizaci některých činností sílí. Náklady na práci zaměstnanců rostou, a představují stále větší podíl na nákladech firem. Proto je snaha omezit práci, kterou může vykonávat stroj. Ať se jedná o automat ve výrobě nebo server se sofistikovanějším systémem.

6 PROGRAM PRO PLÁNOVÁNÍ

Vlastní program pro plánování je součástí informačního systému. Je vytvořen ve skriptovacím jazyku systému. Některé výstupy z plánování lze zobrazit přes internetový prohlížeč. Změny dat a parametrů nejsou prováděny mimo systém.

6.1 Funkce a vlastnosti programu

Funkční požadavky doplnily informační systém o nové možnosti, které aktuální verze informačního systému neobsahovala. Přehled funkčních a nefunkčních požadavků zpracovaný v Enterprise Architectu (Obr. 1).



Obr. 1. Přehled požadavků na program plánování

6.1.1 Plánování podle termínů objednávek

Program zaplňuje výrobu podle sjednaných termínů objednávek. Pokud není požadavek splnitelný, zaplňuje se výroba s minimálním zpožděním objednávky proti požadovanému termínu. Plánování poskytuje přibližný datum dokončení výroby.

Plánování seřadí objednávky podle termínu požadovaného dokončení, pak prochází objednávkami v daném pořadí a zaplňuje postupně volné kapacity jednotlivých pracovišť. Plánování probíhá po jednotlivých objednávkách od poslední operace postupně k první operaci. Pokud se při plánování dostanu do minulosti, pak se zaplňování zruší a plánuje se od první operace k poslední. Tímto postupem je pak dán přibližný termín dokončení výroby.

6.1.2 Plánování podle priorit

Plánování při výpočtu bere v úvahu prioritu objednávky. Nejdříve se zaplňují objednávky s nejvyšší prioritou. Pak následují objednávky s nižšími prioritami. Pokud jsou vyčerpány kapacity výroby, plánují se zbylé objednávky se zpožděním. Pro zpožděné objednávky plánování poskytuje přibližný datum dokončení výroby. Tento typ plánování je nastaven jako hlavní. Splňuje požadavek na upřednostnění části zakázek před jinými.

Při prioritním plánování se na rozdíl od předchozího požadavku mění pouze seřazení objednávek. Řadí se nejdříve podle priorit a pak podle data dokončení. Postup zaplňování se nemění.

6.1.3 Plánování podle termínu odvozu objednávky

Plánování probíhá podle nastavené doby odvozu jednotlivých objednávek. Termín odvozu se nemusí shodovat s termínem dokončení objednávky. Důvodem může být zajištění výhodnějších přepravních podmínek v jiných termínech. Pokud nelze zakázku vyrobit ve stanoveném čase, posune se na pozdější termín odvozu.

Seřazení i zaplňování proběhne podle stejného postupu jako při plánování podle termínů objednávek. Pouze požadovaný termín je nahrazen termínem odvozu.

6.1.4 Rozdělení dlouhodobých zakázek

Dlouhodobé objednávky se nedodávají odběrateli jako jeden celek, ale po několika částech. Proto se tyto objednávky rozdělí na menší části a ty se vyrobí v termínech požadovaných dodání. Případně se může objednávka vyrobit v době volných kapacit výrobních linek. Plánování rozdělí dlouhodobou objednávku na menší části a zaplňuje jen požadovanou část. Postup byl zapracován do plánování, ale nepoužívá se z důvodu vedení informací na více místech. Objednávku je možné rozdělit na více částí přímo v informačním systému a není nutno ji rozdělovat v plánování. Pokud je objednávka rozdělena v plánování, existuje v systému pouze jedna objednávka pro výrobu. V případě rozdělení v systému se musí vytvořit více objednávek pro výrobu. Oba typy dělení mají své klady i zápory.

6.1.5 Materiálové zabezpečení

System plánování může provést výpočet i bez ohledu na materiálové zajištění. Používá se varianta, která zkontroluje, jestli je materiál skladem. Pro výrobu se používá materiál v prvních fázích postupu, proto je nutné, aby byl na skladě.

Podle původního záměru měl program sestavit materiálové požadavky. Ty pak měly být realizovány nákupem. Tato funkce však nebyla implementována. Hlavním důvodem byl nárůst dodacích lhůt ze strany dodavatelů pro některé základní materiály.

6.1.6 Změna kapacit výrobních linek

Změna kapacit je běžnou součástí plánovacích systémů. Kapacity lze měnit podle požadavků na výrobu. Program umožní nastavit vedoucímu výroby kapacitu jednotlivých pracovišť podle směn a dnů v týdnu.

6.1.7 Předběžný termín pro obchod

Zjištění předběžného termínu je jedna z funkcí programu, která šetří čas pracovníkům ve výrobě. System poskytuje obchodníkovi přibližný datum dokončení výroby nové objednávky, aniž by musel kontaktovat výrobní část firmy. Do informačního systému jsou zadána data objednávek. Plánování načte informaci o objednavce a odběrateli a provede zaplňování objednávky do volných kapacit výrobní linky. Data však neukládá, jen poskytne informaci o termínu dokončení.

Požadavek využívá stejnou funkčnost jako plánování podle termínů objednávek. Nebylo nutné doprogramovat žádnou novou funkčnost.

6.1.8 Statistiky vytížení

Statistiky představují základní informace o vytížení jednotlivých linek, podle kterých se snadněji identifikují úzká místa ve výrobě nebo nevytížené pracoviště. Statistiky slouží k nastavení kapacit pracovišť.

6.1.9 Fronta práce pro pracoviště

Pro každé pracoviště vytvoří plánování frontu práce. Frontu si pak pracovník z daného pracoviště zobrazí a zpracovává podle ní jednotlivé objednávky.

6.1.10 Přehledné fronty práce

Jedná se o zobrazení front vhodné pro vedoucí ve výrobě. Jednotlivé plány nedávají ucelenou představu pro vedoucí výroby. Přehledné výstupy mají volitelné zobrazení, podle aktuálních požadavků vedoucích pracovníků.

6.1.11 Automatické spouštění

Systém plánování lze automaticky spustit v libovolném čase s požadovanými parametry. Systém reaguje na změny ve výrobě, aniž by zatěžoval touto činností některého z pracovníků. Průběžně se takto aktualizují jednotlivé fronty práce na pracovištích. Frekvence automatického spouštění plánování je nastavena na dvě hodiny. Program využívá možnosti informačního systému spouštět úlohy.

6.1.12 Načtení dat z informačního systému

Do systému plánování není nutné data vkládat, informace o objednávkách, technologických postupech a pracovištích, jsou již součástí informačního systému. Data se načítají přímo ze systému. Výjimku tvoří informace o kapacitách pracovišť, ty jsou uloženy ve stejné databázi jako informační systém, ale v uživatelské tabulce.

6.1.13 Uložení dat

Výstupy z programu pro plánování jsou uloženy ve stejné databázi jako data informačního systému. Výstupy jsou uloženy do uživatelských tabulek. Některé informace program plánování exportuje do sešitů MS Excel.

6.1.14 Programovací jazyk

Pro naprogramování plánování byl použit skriptovací jazyk informačního systému. Ukázka z programu je uvedena v příloze (příloha PVI).

6.1.15 Rozhraní

Prohlížení výsledků je umožněno uživatelům spadajícím do skupin popsaných dále v této kapitole. Vzhledem k tomu, že část uživatelů bude prohlížet pouze výsledky, které nejsou vázány na informační systém, je možné použít pro zobrazení internetový prohlížeč nebo sešit programu Microsoft Excel napojený na databázi MS SQL.

6.1.16 Spouštění plánování

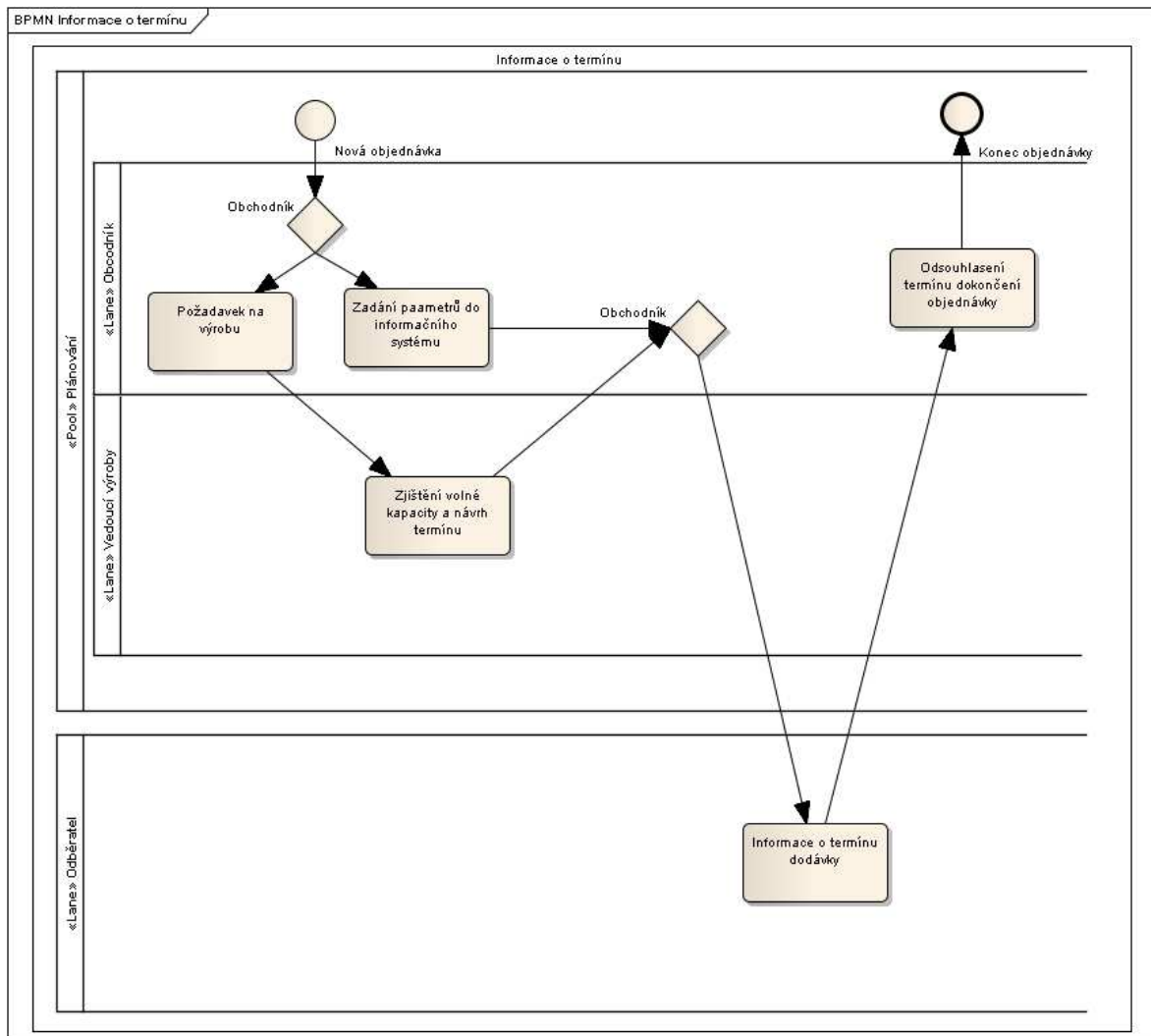
Plánování nelze spustit vícekrát. Může jej spustit pouze vedoucí výroby nebo administrátor (naplánovaná úloha). Není vhodné, aby výsledky jednoho zaplánování, byly v zápětí přepsány jiným plánováním. Tato situace by mohla vést ke zmatkům ve výrobním procesu a jeho řízení. Dalšímu spuštění brání informace o běžícím programu uložená do databáze.

6.2 Změny po nasazení programu pro plánování

6.2.1 Firemní procesy

Informace o termínu dodání nové objednávky se prováděla dotazováním pomocí emailových zpráv a údržbou informací v sešitu Excel (Obr. 2). Obchodník po obdržení objednávky zadal parametr objednávky do informačního systému. Pak zaslal mail plánovači výroby. Ten si našel v informačním systému objednávku a podle parametrů objednávky, plánů výroby a předpokládaných nových objednávek přibližně odhadnul dobu, kdy by mohla být daná zakázka vyrobena. Informaci pak zaslal zpět mailem na obchodníka. Obchodník tuto informaci předal odběrateli. Pokud odběratel souhlasil s termínem dodání,

byla objednávka odsouhlasena a zadána do výroby. Celý tento proces byl administrativně náročný a vyžadoval spoustu času všech zainteresovaných osob.



Obr. 2. Firemní proces pro termín dodání objednávky

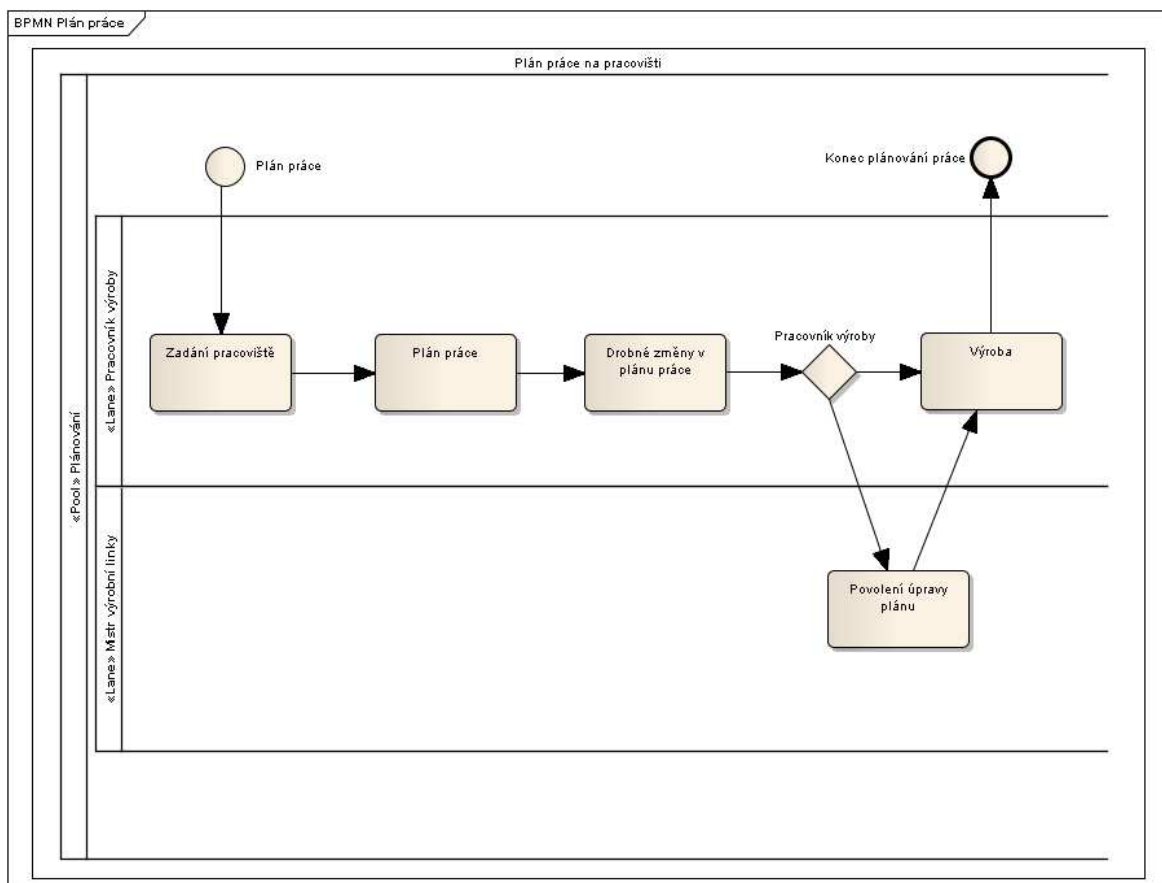
Jestliže se pro tuto činnost použije systém plánování je možné tento proces zjednodušit. Obchodník přijme objednávku od odběratele. Zadá parametry požadovaných výrobků do informačního systému. Nad objednávkou spustí systém plánování. Ten si načte informace o aktuálně zaplánované výrobě a podle parametrů objednávky provede zaplánování. Výsledkem jsou termíny výroby jednotlivých položek objednávky. Navržené termíny obchodník zašle odběrateli. Při této činnosti odpadá část práce, kterou obsluhoval plánovač výroby. Obchodník se nezatěžuje korespondencí uvnitř firmy, pouze komunikuje se zákazníkem. Celkově se zkrátí doba od objednávky až po zaslání termínu na několik minut. Pokud by celá akce proběhla podle původních zvyklostí, doba od zadání objednávky do systému po vystavení termínu objednávce trvala několik hodin až dnů. Tento stav

neodpovídal představám managementu obchodu a bylo nutné jej zjednodušit a urychlit. Dále se předpokládá pokles počtu chyb při zpracování objednávek z důvodu snížení počtu administrativních operací. Navíc zainteresovaní zaměstnanci šetří čas, který mohou věnovat činnostem důležitým pro jejich práci.

Tato činnost v systému plánování je jen doplňková a využívá částí programu určených primárně k plánování výroby. Funkčnost nezvýšila časovou náročnost pro zhotovení programu, ale rozšířila jej o další možnost použití.

6.2.2 Plán práce

Vytvoření front práce je hlavní náplní systému plánování. Úkolem programu je vytvořit fronty práce pro jednotlivá pracoviště. Fronty se udržují dostatečně aktuální pomocí automatického přeplánování.



Obr. 3. Postup výroby podle plánu práce

Proces výroby je řízen frontami práce (Obr. 3). Pracovník výroby zadá do systému plánování číslo pracoviště. Systém plánování vyhledá všechny zaplánované operace na daném pracovišti a zobrazí je seřazené na výstupním zařízení. Fronta práce není striktní

postup operací, které je nutné vykonat bez jakýchkoliv změn. V systému plánování není optimalizace podle nastavení výrobních zařízení. Tedy je možné zaměnit výrobu několika objednávek tak, aby se využilo nastavení strojů a ušetřil se čas s jejich seřizováním. Je však nutné brát ohled i na další operace s daným výrobkem. Při této činnosti nesmí dojít k překročení doby, kdy má být výrobek již na dalším pracovišti. Výsledkem by pak bylo zpoždění výroby se všemi negativními vlivy.

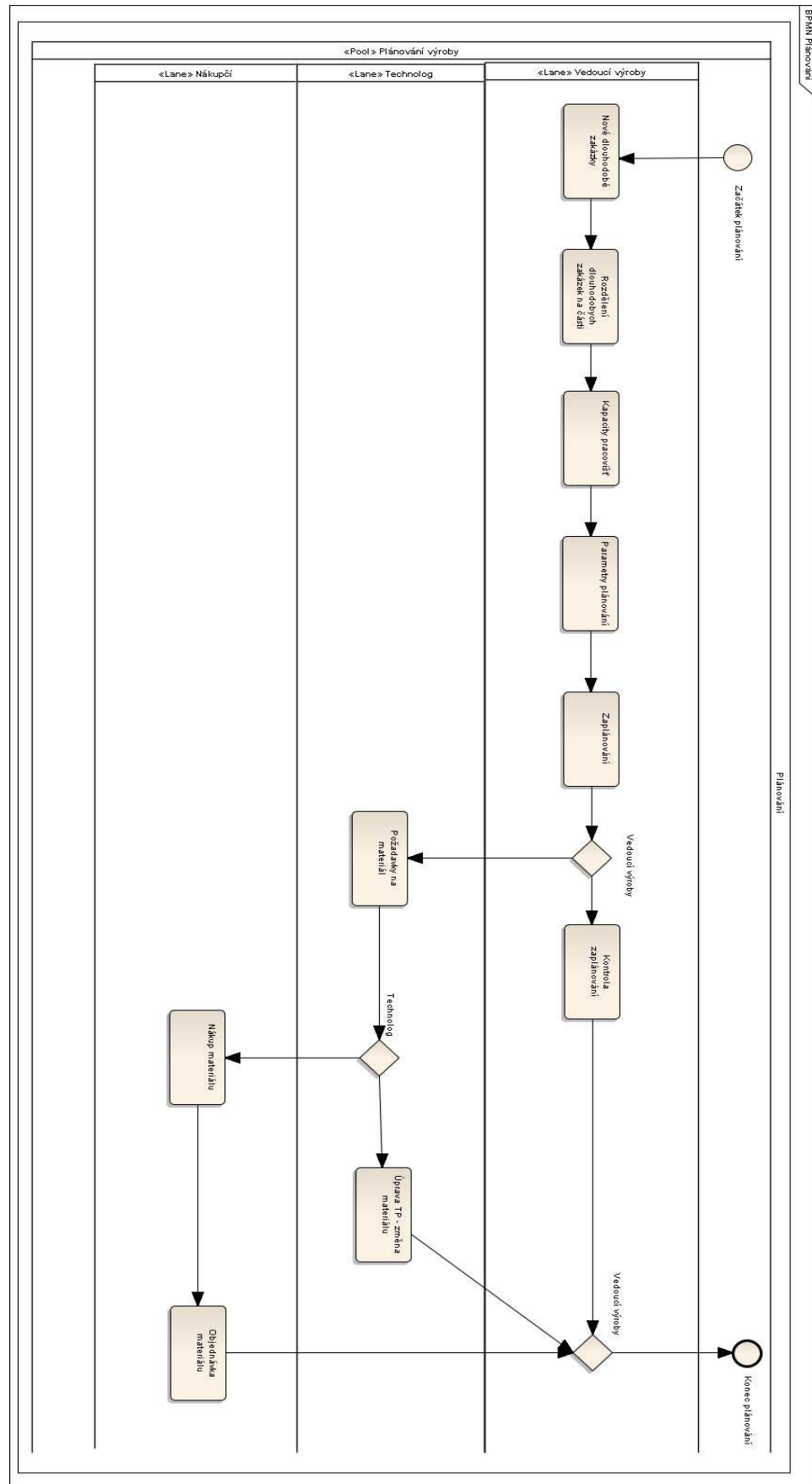
Před nasazením programu plánování byly zakázky na pracovišti vybírány buď podle termínu dokončení, nebo podle aktuálního nastavení strojů. Ani jeden případ neřešil, kolik operací zbývá do dokončení výroby a jestli bude dodržen termín.

6.2.3 Plánování výroby

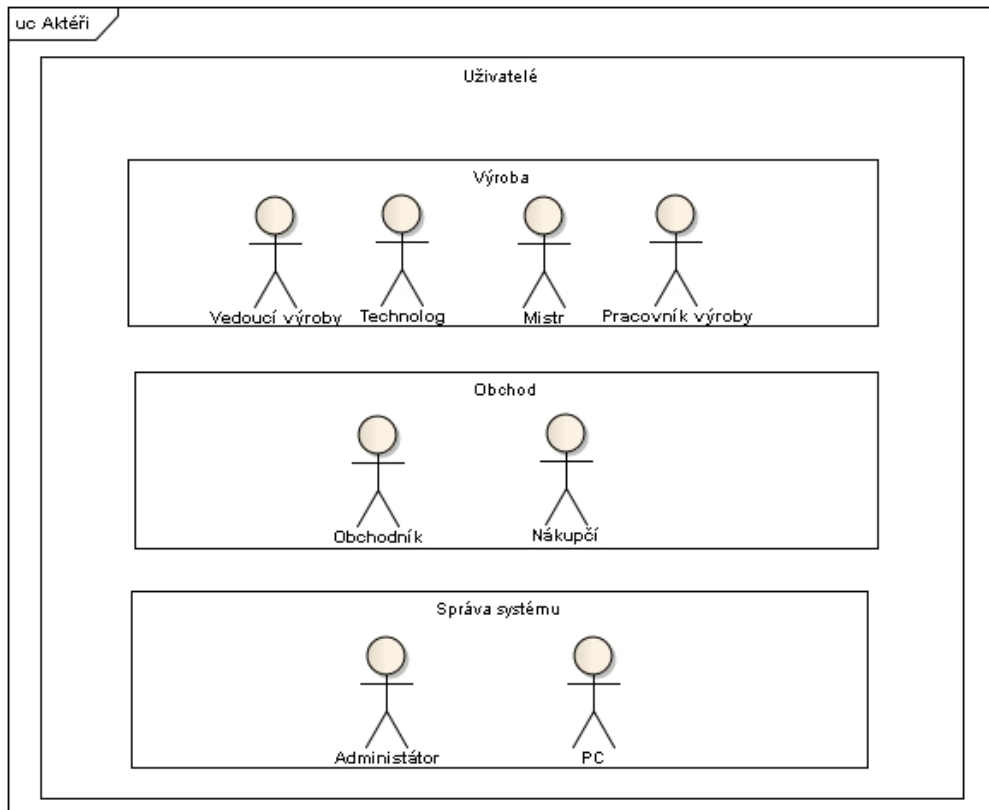
Výsledkem plánování výroby jsou fronty práce. Optimalizace plánování není jen věcí samotného software, ale i zkušeností vedoucího výroby s nastavením parametrů plánovacího programu. Plánování výroby je komplexní akce, při které je třeba znát možnosti jednotlivých částí výrobních linek a vliv omezení nebo rozšíření jejich provozu. Postup prací při plánování výroby je uveden na obrázku (Obr. 4.)

6.3 Uživatelé programu pro plánování výroby

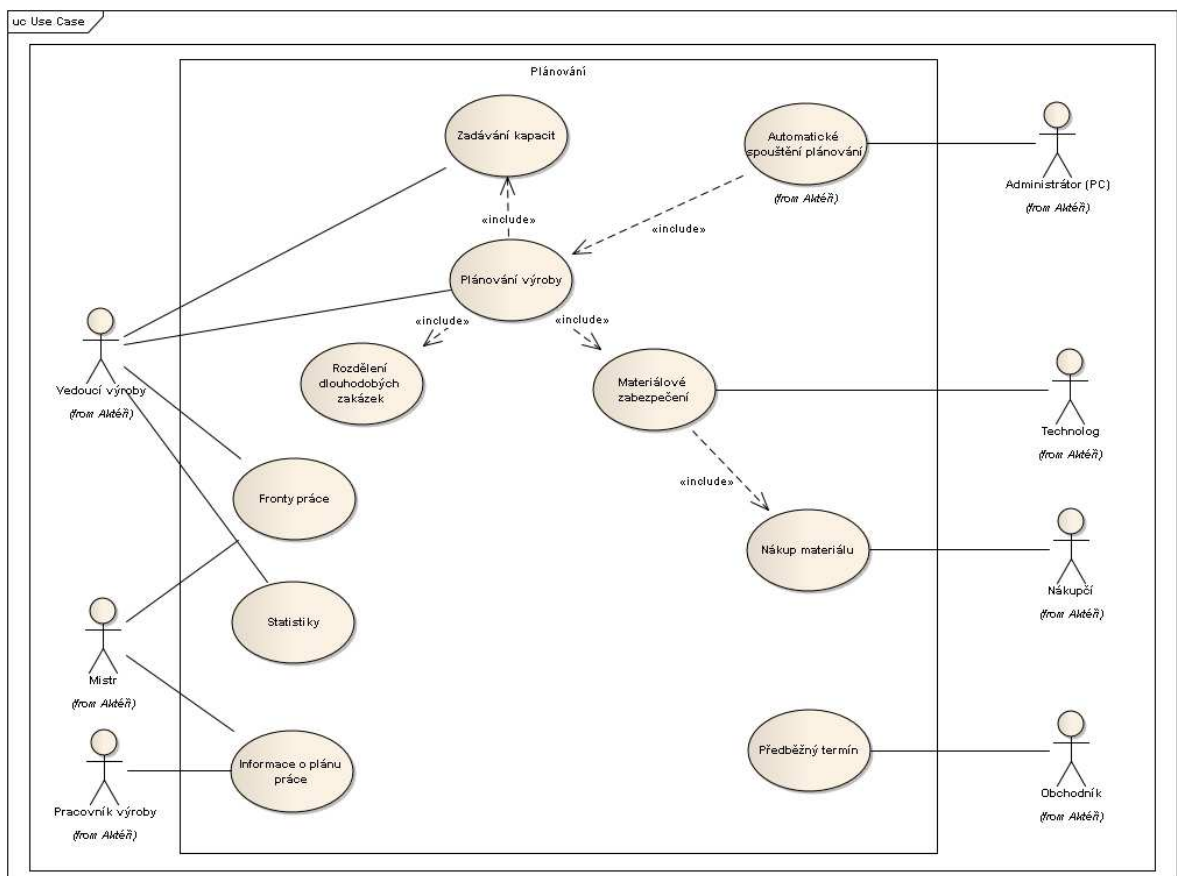
Uživatelé z hlediska návrhu představují jednotlivá rozhraní systému. Pro každého uživatele je třeba připravit formulář s daty, která požaduje od systému [9], [10], [11]. Primárními uživateli systému budou zaměstnanci ve výrobní části podniku (Obr. 5). Systém bude sloužit vedoucímu výroby pro zjednodušení řízení výroby, nastavování kapacita pracovišť a přehled o plánech práce v jednotlivých částech linky. Dalšími pracovníky jsou mistři na dílnách a pracovníci ve výrobě. Oba uživatelé využívají pouze výstupních informací z plánování. Pro jejich informaci stačí jednoduchý výstup na papír nebo automaticky obnovovaná stránka v internetovém prohlížeči. Výsledky plánování budou dále využívat technologové. Informace mohou použít ke změně technologických postupů nebo jejich úpravě. Obchodníci budou využívat funkci pro předběžné stanovení data dokončení nových objednávek. Uživatel administrátor zde nahrazuje automaticky spouštěné úlohy v systému, jeho rozhraní bude představovat příkazová řádka pro předávání parametrů při spouštění plánování.



Obr. 4. Postup při plánování výroby



Obr. 6. Přehled uživatelů systému



Obr. 5. Use case diagram

6.4 Případy užití plánování

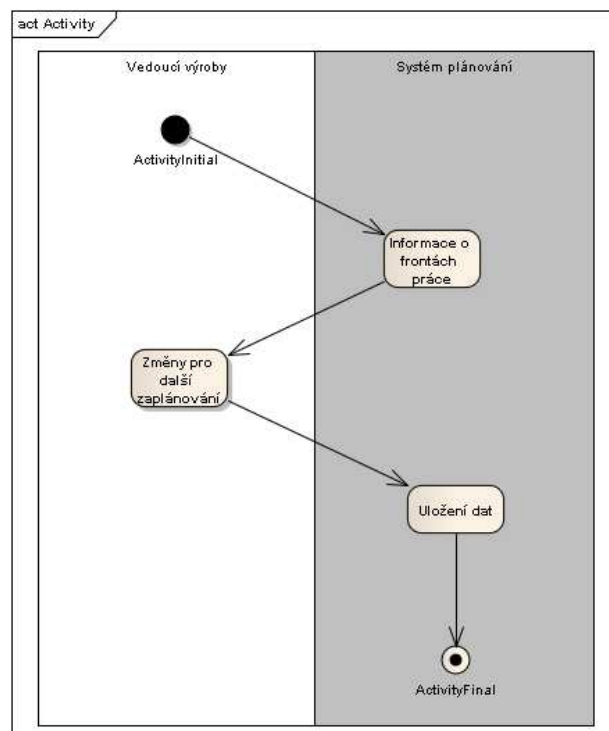
Přehled případů užití je zobrazen na obrázku (Obr. 6). Popis jednotlivých případů užití je obsahem této kapitoly.

6.4.1 Automatické spouštění plánování výroby

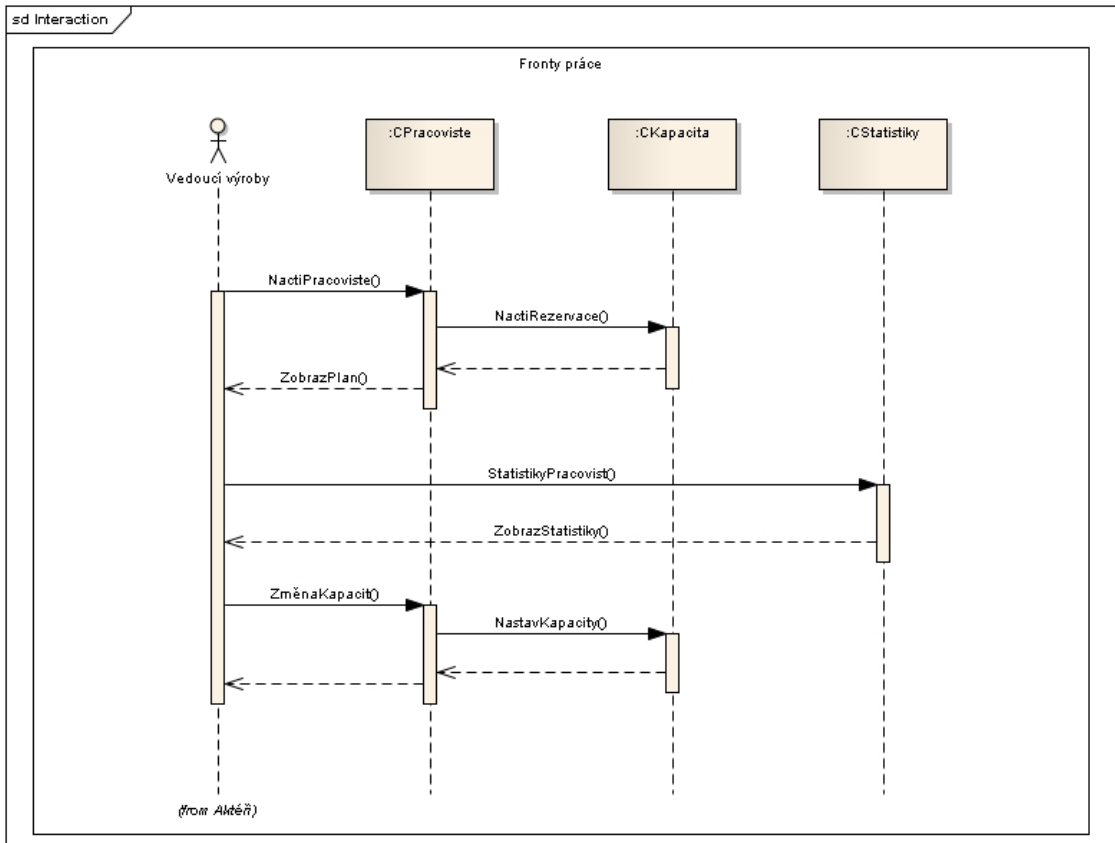
V zadaném čase se spustí úloha pro plánování výroby, zkontroluje, jestli úloha neběží na jiném počítači a spustí vlastní plánování výroby. Případ užití byl zapracován do programu pro plánování a používá se.

6.4.2 Fronty práce

Vedoucí výroby spustí informace o frontách práce. Program pro plánování načte fronty práce a zobrazí je. Zobrazené informace jsou použity pro úpravy kapacit pracovišť, které budou použity při dalším plánování. Postup činností při práci s frontami je zobrazen na příloženém obrázku (Obr. 7). Vazba na objekty v plánování je zobrazena v sekvenčním diagramu (Obr. 8). Případ užití byl zapracován do systému plánování a tvoří jednu z hlavních částí programu.



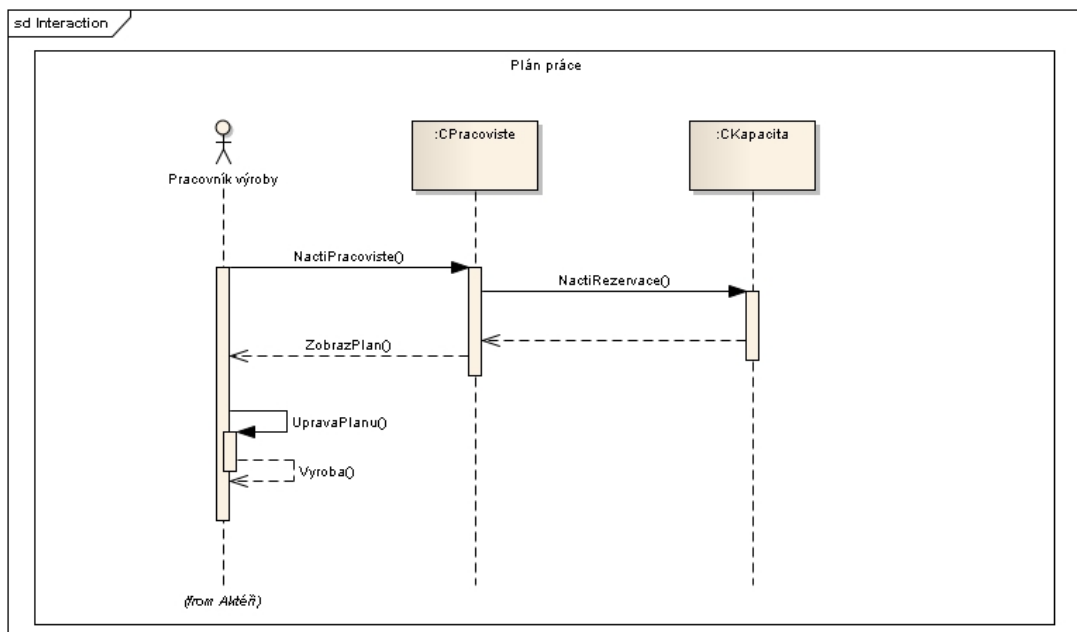
Obr. 7. Diagram aktivit pro fronty práce



Obr. 8. Sekvenční diagram pro fronty práce

6.4.3 Fronta práce pro pracoviště

Pracovník ve výrobě zadá pracoviště, pro které chce zobrazit frontu práce. Po zobrazení fronty práce provede vhodné úpravy plánu a začne pracovat podle front práce. Vazba na

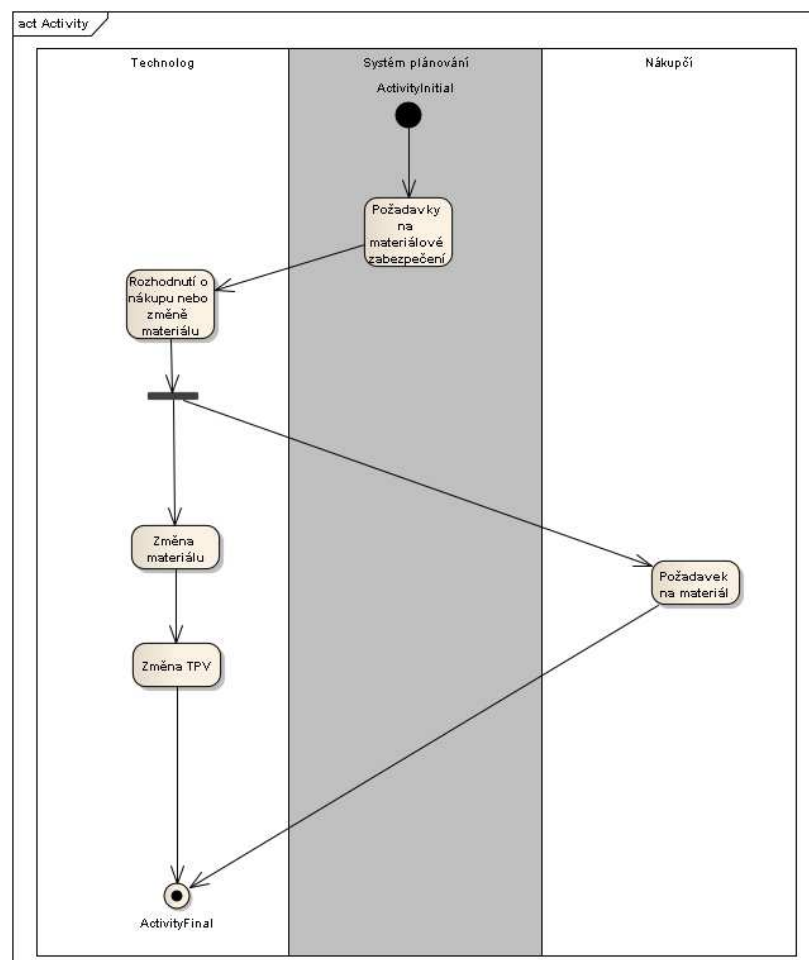


Obr. 9. Fronta práce na pracovišti

objekty v plánování je zobrazena v sekvenčním diagramu (Obr. 9). Fronta práce pro pracoviště byla zpracována do programu pro plánování. Představuje jednu ze základních funkcí programu.

6.4.4 Materiálové zabezpečení

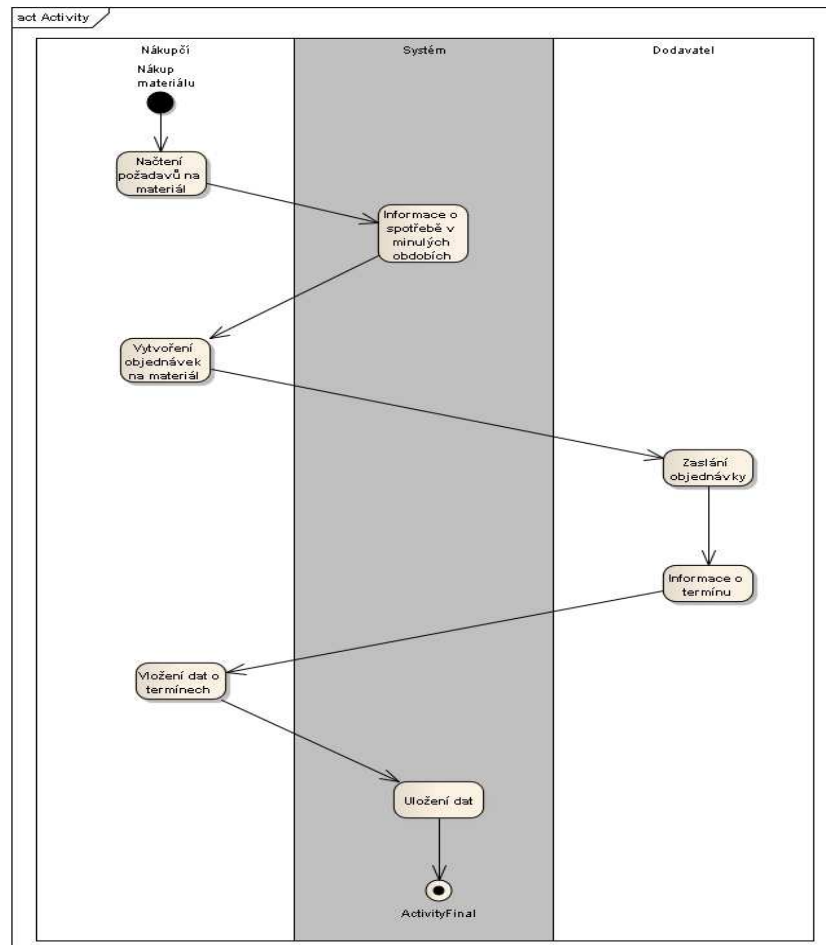
Technolog si zobrazí informace o výrobě nepokryté materiálem. Nahradí materiál jiným materiálem s odpovídajícími vlastnostmi a upraví technologický postup. Materiál, který nejde nahradit jiným, je nutné dokoupit. Předá požadavek nákupčímu, který provede nákup podle případu užití *Nákup materiálu*. Postup činností při materiálovém zabezpečení je na diagramu aktivit (Obr. 10). Tento případ užití nebyl zpracován do plánování, částečně je řešen standardními postupy v informačním systému a komunikací mezi technologií a nákupčím. Plánování poskytuje pouze pořadí, v jakém mají být objednávky zpracovány.



Obr. 10. Diagram aktivit pro materiálové zabezpečení

6.4.5 Nákup materiálu

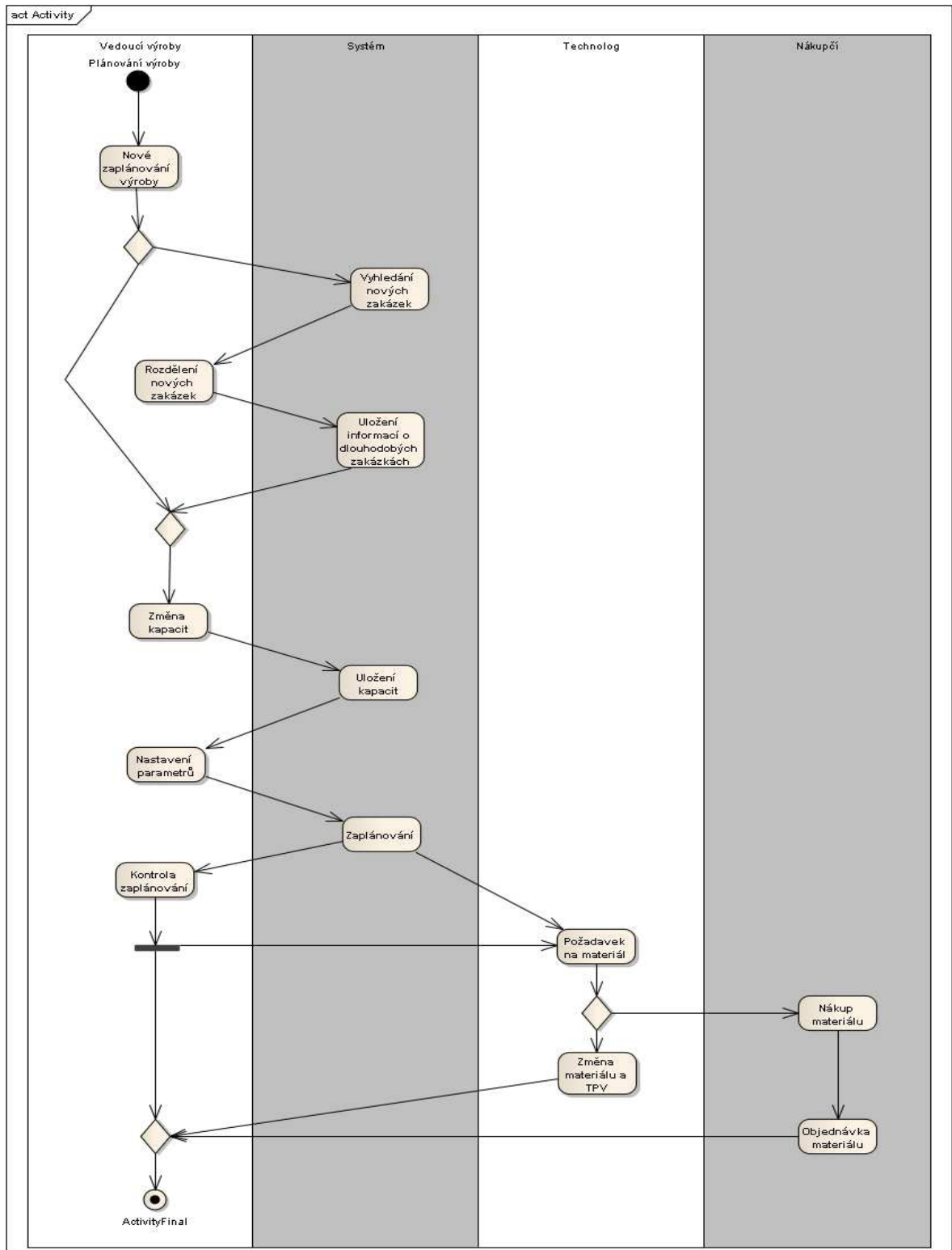
Nákupčí si načte seznam materiálu požadovaného výrobou. Vytvoří objednávky pro dodavatele materiálů a po obdržení informace o termínu dodání zadá datum do informačního systému. Postup činností je zobrazen na přiloženém obrázku (Obr. 11). Vzhledem k řešení předcházejícího případu užití, nebyl tento případ zapracován do systému.



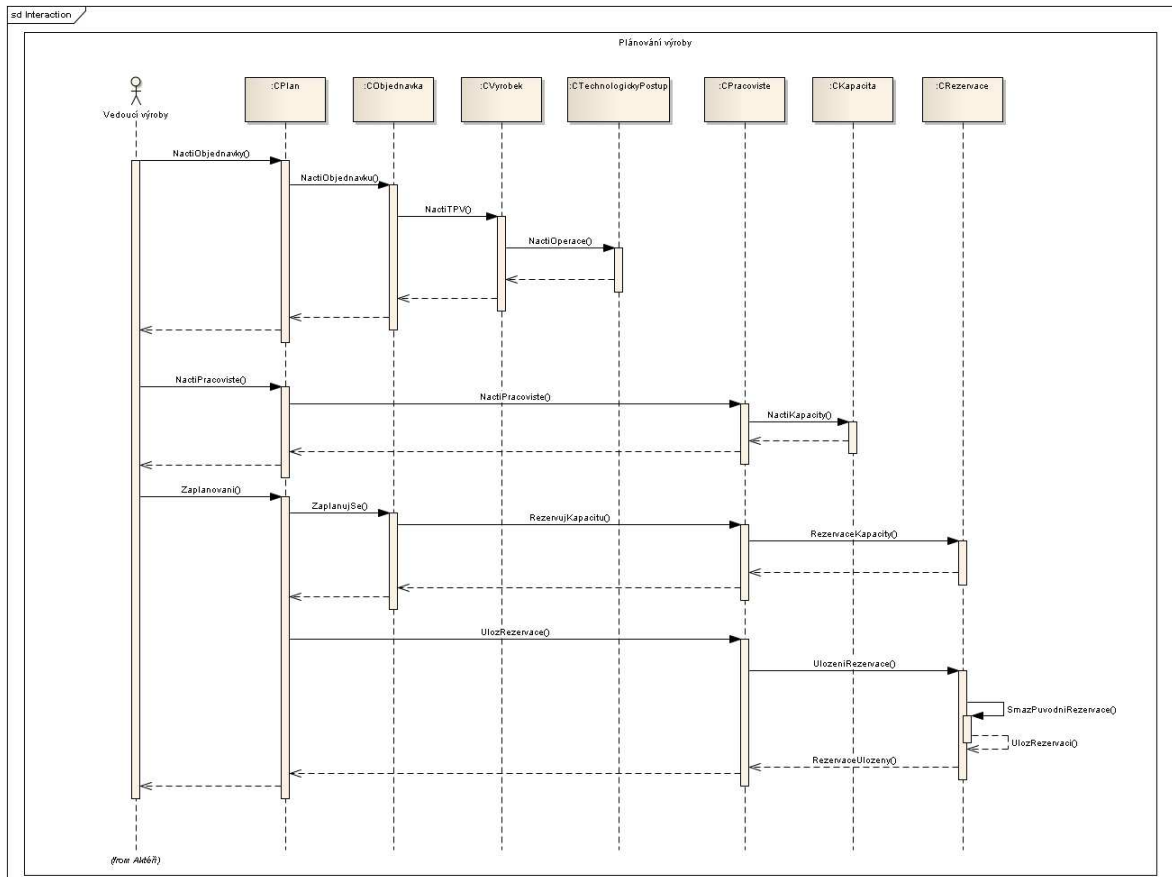
Obr. 11. Diagram aktivit pro materiálové zabezpečení

6.4.6 Plánování výroby

Plánování výroby je hlavní náplní programu pro plánování. Po odpadnutí rozdělení dlouhodobých zakázek a materiálového zabezpečení se zjednodušilo a zrychlilo. Vedoucí výroby nastaví kapacity pracovišť a spustí nové plánování výroby. Předpokládaný návrh činností je zobrazen v diagramu aktivit (Obr. 12). Po odpadnutí materiálového zabezpečení není nutné provádět kontrolu zaplánování. Tím se případ užití dále zjednodušil. Vazby mezi objekty plánování a postup plánování je zobrazen v sekvenčním diagramu (Obr. 13).



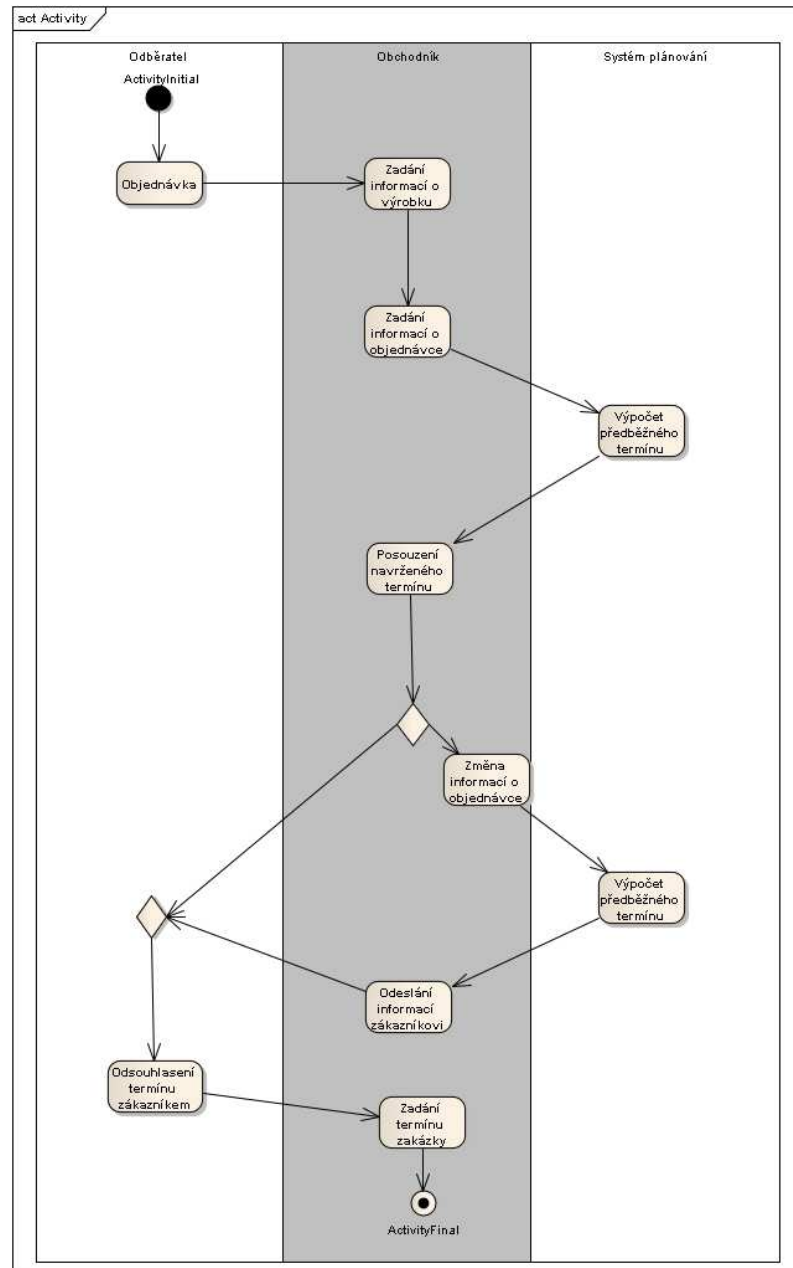
Obr. 12. Diagram aktivit při plánování výroby



Obr. 13. Sekvenční diagram pro plánování výroby

6.4.7 Předběžný termín objednávky

Případ užití je zpracován do programu plánování. Obchodník vytvoří objednávku na požadovaný výrobek v informačním systému a nastaví parametry objednávky a odběratele. Pak spustí plánování, které zpracuje požadavek a vrátí termín dokončení výroby. Obchodník termín s navrženým termínem souhlasí a odešle informaci odběrateli. V případě, že plánování navrhne neakceptovatelný termín, obchodník opraví parametry objednávky a spustí plánování znovu. Po obdržení souhlasu odběratele s podmínkami objednávky obchodník doplní data do informačního systému. Popis činností při objednávkách je zobrazen v diagramu aktivit (Obr. 14). Vztahy mezi objekty plánování a časové souvislosti při zjištění předběžného termínu jsou zobrazeny v sekvenčním diagramu (Obr. 15).

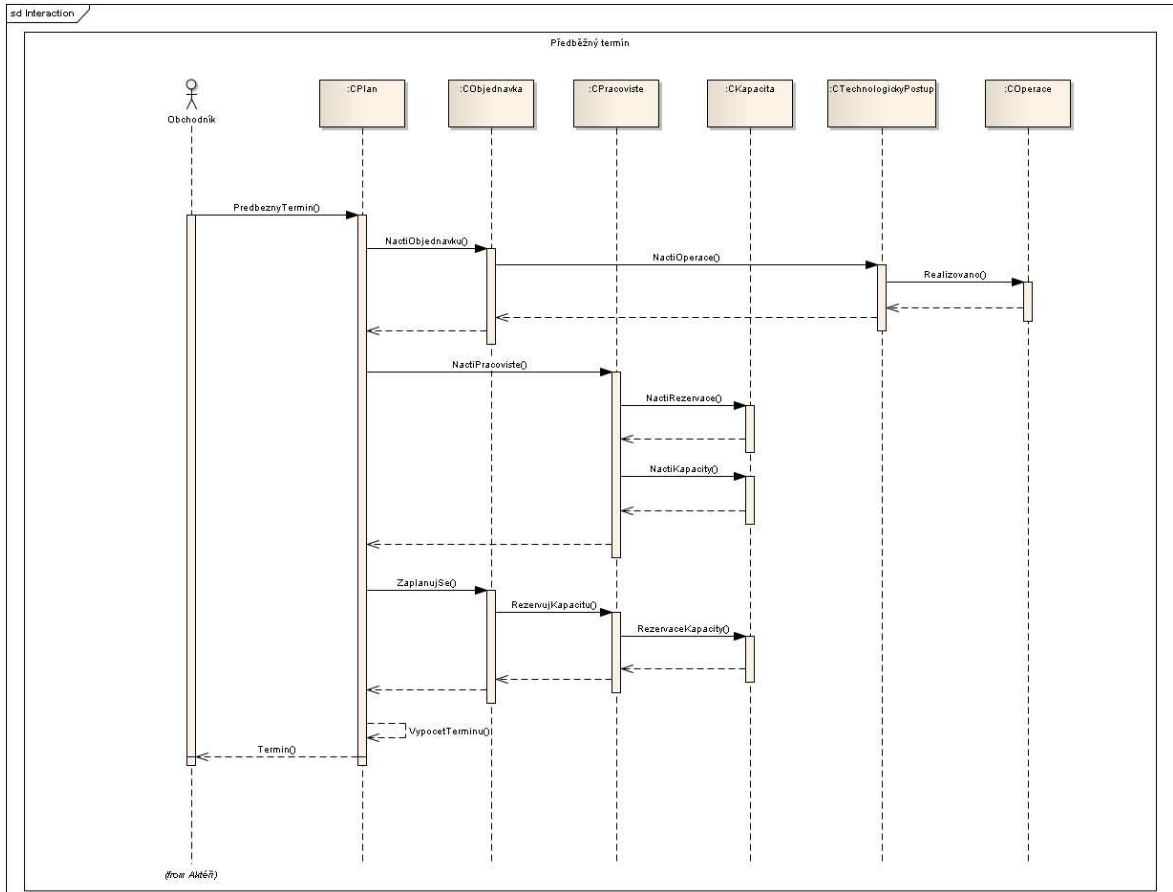


Obr. 14. Diagram aktivit při nastavení předběžného termínu objednávky

6.4.8 Dlouhodobé zakázky

Případ užití byl zapracován do programu pro plánování, ale později z něj byl vyřazen z důvodu vedení informací na více místech. Objednávku je možné rozdělit na více částí přímo v informačním systému a není nutno ji rozdělovat v plánování. Cenou za tento postup je nižší přehlednost a nutnost dohledat více dokladů k jedné objednávce. Při výrobě však není nutné dohledávat informace na dvou místech.

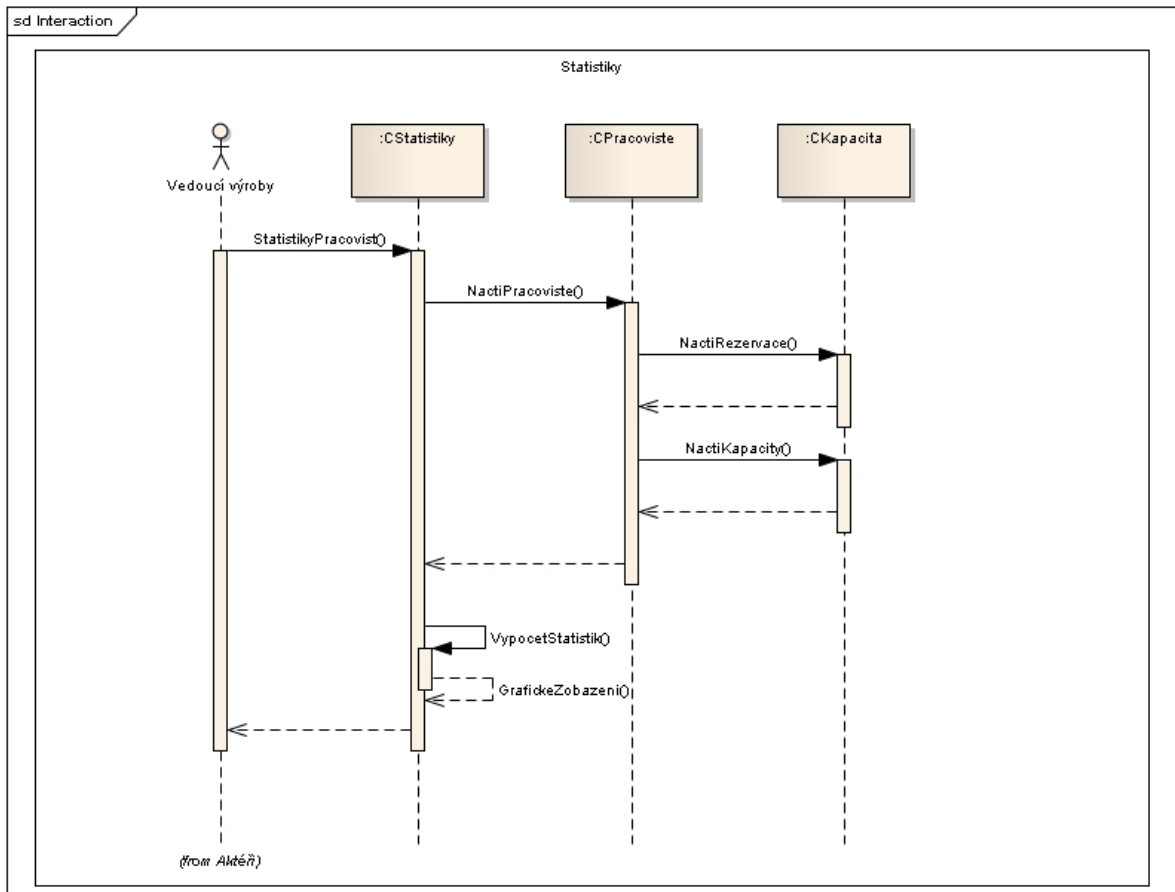
Případ užití byl zapracován následujícím způsobem, vedoucí si zobrazil seznam dlouhodobých objednávek a vybral si jednu. Rozdělil objednávku na vhodný počet podobjednávek a nastavil jim parametry. Tyto informace pak byly uloženy do tabulek pro plánování.



Obr. 15. Sekvenční diagram při plánování výroby

6.4.9 Statistiky pracovišť

Případ užití je zpracován jednoduchou formou výstupu souhrnných dat. Slouží vedoucímu výroby pro zjištění základních údajů o pracovišti. Na základě statistik může vedoucí výroby přistoupit ke změnám kapacit. Vztahy mezi objekty plánování a časové souvislosti při zobrazení statistik jsou v sekvenčním diagramu (Obr. 16).



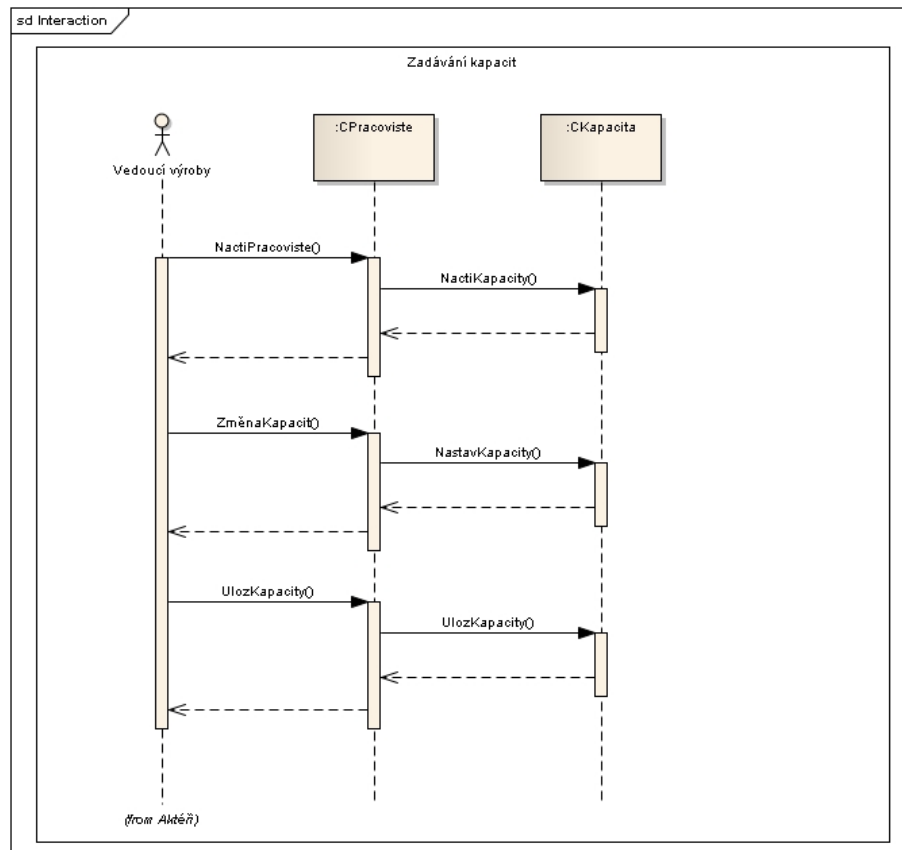
Obr. 16. Sekvenční diagram pro statistiky

6.4.10 Kapacity pracovišť

Vedoucí výroby si zobrazí informace o kapacitách. Vybere si pracoviště, upraví kapacity a uloží je do plánovacího kalendáře. Vazba na objekty v plánování je zobrazena v sekvenčním diagramu (Obr. 17). Příklad užití byl zapracován do programu plánování a tvoří s plánováním a zobrazením front práce hlavní část programu.

6.4.11 Třídy projektu

Třídy projektu jsou zobrazeny v příloze (příloha PI). Byly vytvořeny podle firemních zvyklostí pro programování v informačním systému.



Obr. 17. Sekvenční diagram pro zadávání kapacit

6.5 Zhodnocení plánování výroby

Plánování výroby pomáhá zpřehlednit data z výroby i pro další uživatele, informuje obchodníky o aktuálním stavu výroby i termínu dokončení zakázky, tím odbourává administrativní zátěž nutnou při zjištění těchto informací. Plánování přispělo k vyšší kontrolovatelnosti výroby až na úroveň jednotlivých operací.

Nastavení jednotlivých operací a časů kdy se mají provést, zjednodušuje administrativní činnost mistrů. Pracovníci ve výrobě mohou sice plán upravit, nikoliv však si vybírat zakázky, které jsou z jejich pohledu jednodušší nebo výhodnější.

Záměr rozdělovat dlouhodobé zakázky jen v plánovacím programu přinesl spíše komplikace s přehledností zakázek. Program přinesl zjednodušení při vkládání dat, ale informace se musely zadávat na dvou místech. Tento systém byl dále výhodnější pro sledování ekonomických ukazatelů výroby. Po zhodnocení přínosů a komplikací byl zvolen

postup řešící rozdělení přímo v informačním systému. Do plánování pak rozdělená zakázka vstupuje jako kterákoliv jiná.

Jeden z původních záměrů používat plánování i k nákupu materiálů se ukázal jako neprůchozí. Zakázky se plánují v kratších časových horizontech, než jsou aktuální dodací lhůty materiálů. Tato část je tedy řešena přes informační systém doplněný informacemi o spotřebě materiálů. Plánování pouze ověří dostatek materiálu pro výrobu.

Zrušením předcházejících akcí se zjednodušilo a zmenšilo množství informací, které plánování potřebovalo ke svému spuštění. Prakticky zanikla nutnost jej kontrolovat. V naprosté většině případů se nyní spouští automatizovaně.

Dalším nedostatkem plánování je ukládání informací. Původní záměr ukládat všechna data pro pozdější statistické vyhodnocení není vhodný. Zakázka může být zaplánována pro stejnou operaci několikrát. Pokaždé může mít zaplánování jiné hodnoty a ty jsou uloženy. Jsou-li uchovávány všechny hodnoty, roste prudce objem dat a následné vyhodnocování je pak pomalejší.

6.5.1 Excel s daty plánování

Informace z plánovacího programu jsou exportovány i do sešitů Microsoft Excel, kde je možné je dále upravovat a analyzovat. Tato verze výstupu si drží stále svou oblíbenost, přestože intranetové stránky obsahují stejné informace a prakticky i stejné možnosti filtrování. Shodné informace lze nově najít i v analytické nadstavbě informačního systému s jednoduchým a přehledným rozhraním.

6.6 Intranetové stránky

Část výstupů z plánování je dostupná i mimo informační systém. Pro zobrazování jednoduchých informací je použit internetový prohlížeč. Je dostupný na všech počítačích a nepřináší další zátěž pro administrátory.

Použitý prvek pro zobrazení dat umožňuje provádět přímo v prohlížeči vyhledávání, filtrování, řazení nebo shlukování dat. Práce s daty je jednoduchá a intuitivní. Zobrazené informace jsou udržovány v aktuálním stavu automaticky. Program kontroluje, zda nejsou do databáze uloženy novější informace, než které jsou aktuálně zobrazeny v prohlížeči. Pokud nalezne novější data, server vrací uživateli tabulku s novými daty.

Na intranetu je několik stránek poskytujících data podle jejich způsobu použití. Například přehled zakázek slouží vedoucímu výroby a obchodníkům (Obr. 18).

Skup.	OPV	Termín	Zp.	Plán. termín	Výrobek	Odběratel	Dodací list	Plán	Odvěst	P.op.	Poř.
V4100	4P/2010/1000364	20.05.2010	6	25.05.2010 19:59	HN 810X30X3 H556%W	--	-	160	160	155	-3,0
V4100	4P/2010/1000369	20.05.2010	6	25.05.2010 21:59	HN 710X35X3 H556%W	--	-	120	120	155	-3,0
V4100	4P/2010/1000358	21.05.2010	6	26.05.2010 07:59	HN 500X30X3 H556%W	--	-	120	120	155	-2,0
V4100	4P/2010/1000365	21.05.2010	6	26.05.2010 09:59	HN 920X30X3 H556%W	--	-	120	120	155	-2,0
V4100	4P/2010/1000366	21.05.2010	13	02.06.2010 21:59	HN 1000X30X3 H556%W	--	-	120	120	155	-2,0
V4100	4P/2010/1000367	21.05.2010	14	03.06.2010 07:59	HN 1070X30X3 H556%W	--	-	120	120	155	-2,0
V4200	4P/2010/2000086	26.05.2010	2	27.05.2010 13:59	BL 650X40X5 H556%W 45	--	-	16	16	280	1,0
V4100	4P/2010/1000412	26.05.2010	15	09.06.2010 15:59	HN 700X30X3 H5518%W	--	-	60	60	155	2,0
V4400	4P/2010/4001088	27.05.2010	19	14.06.2010 09:59	SEKACI NUZ 108X60X7 C	--	-	1400	1400	300	-5,0
V4200	4P/2010/2000082	27.05.2010	2	28.05.2010 07:59	BL 650X60X8 H556%W 45	--	-	40	40	300	2,0
V4200	4P/2010/2000079	27.05.2010	1	27.05.2010 21:59	BL 650X50X8 H556%W 4	--	-	136	136	350	2,0
V4200	4P/2010/2000080	27.05.2010	2	28.05.2010 21:59	BL 650X60X8 H556%W 45	--	-	160	160	350	3,0
V4200	4P/2010/2000078	27.05.2010	2	28.05.2010 13:59	BL 650X70X8 H556%W 45	--	-	80	80	200	3,0
V4420	4P/2010/5000041	31.05.2010	3	02.06.2010 09:59	NUŽ 76X35X20 CHIP OS32	--	-	500	498	450	2,0
V4420	4P/2010/5000039	31.05.2010	0	28.05.2010 21:59	NUZ 92X105X12 CHIP O	--	-	1200	555	402	2,0
V4300	4P/2010/3000185	31.05.2010	2	01.06.2010 09:59	RN 449X90X3 1.7102 44°	--	-	100	100	149	3,0
V4300	4P/2010/3000026	31.05.2010	0	28.05.2010 21:59	RN 413X90X4 DS 36° 8XM6 D	--	-	30	30	152	3,0
V4300	4P/2010/3000025	31.05.2010	3	02.06.2010 21:59	RN 413X90X4 DS 36° 8XM6 D	--	-	12	12	085	5,0
V4420	4P/2010/5000038	31.05.2010	23	22.06.2010 19:59	NUZ 41X105X8 CHIP M5	--	-	600	600	300	6,0
V4420	4P/2010/5000040	31.05.2010	22	21.06.2010 11:59	NUŽ 76X35X20 CHIP OS32	--	-	200	200	300	6,0
V4300	4P/2010/3000027	31.05.2010	4	03.06.2010 07:59	RN 413X90X4 DS 36° 8XM6 D	--	-	12	12	152	7,0
V4300	4P/2010/3000028	31.05.2010	4	03.06.2010 07:59	RN 413X90X4 DS 36° 8XM6 D	--	-	22	22	152	7,0
V4300	4P/2009/3000160	31.05.2010	9	08.06.2010 15:59	RN 464X100X5 DS 40° MAI	--	-	130	130	150	8,0

Obr. 18. Plánování výroby ve webovém prohlížeči

OPV	ks	Operace	Začátek	Konec	Následující op.
4P/2010/4000786	1	150	21.05. 18:00	21.05. 19:59	25.05. 14:00
4P/2008/4001788	6	150	23.05. 22:00	23.05. 23:59	26.05. 06:00
4P/2010/4000811	25	150	25.05. 10:00	25.05. 11:59	31.05. 10:00
4P/2010/4000870	64	150	25.05. 12:00	25.05. 13:59	11.06. 16:00
4P/2010/4001139	156	150	26.05. 14:00	26.05. 15:59	28.05. 16:00
4P/2010/4001187	32	150	31.05. 06:00	31.05. 07:59	10.06. 20:00
4P/2010/4001025	9	150	31.05. 10:00	31.05. 11:59	02.06. 12:00
4P/2010/4000803	2	150	31.05. 10:00	31.05. 11:59	02.06. 12:00
4P/2010/4001189	24	150	31.05. 16:00	31.05. 17:59	04.06. 10:00
4P/2010/4001126	3	150	31.05. 16:00	31.05. 17:59	02.06. 18:00

Obr. 19. Podrobný plán pro pracoviště

Pro pracovníky ve výrobě je použito jednodušší zobrazení, na kterém jsou vidět pouze informace důležité pro dané pracoviště (Obr. 19). Obsahují informaci o zakázce a čase, ve kterém má být zpracována. Dále je zobrazena informace o čase dalšího kroku ve výrobě. V rámci tohoto času lze se zakázkou manipulovat, pokud by přehození zakázek přineslo ušetření práce s nastavením strojů.

7 SIMULACE VÝROBY

Pro vytvoření modelu výroby byl použit program Witness 2007 v 1.00. Model má posloužit k ověření reálnosti zaplánování výroby.

Výroba nebude simulována až na úroveň jednotlivých strojů, ale jen na úroveň pracovišť a vztahů mezi pracovišti. Pracoviště představují stroje a pracovníky k jejich obsluze. V rámci pracovišť jsou data počítána podle výkonu strojů, časů nutných na obrábění výrobku a manipulaci s ním. Tyto hodnoty lze spočítat například v programu Microsoft Excel. Přesnost výpočtů se neliší od skutečnosti ani o jedno procento. Hledat rezervy na této úrovni by tedy nemuselo přinést efekt. Simulace při daném počtu pracovišť by představovala časově náročnou činnost.

Model bude následně využit k experimentům v oblasti optimalizace výroby a zvýšení průchodnosti výrobních linek. Zobrazení části modelu ve Witness je uvedeno v příloze (příloha PII).

7.1 Schéma výroby a vytvoření modelu

7.1.1 Modelování pracovišť a front pracovišť

Elementy, které prochází výrobou, jsou v případě modelu celé zakázky. Zakázka obsahuje požadované množství výrobků daných rozměrů a parametrů. Množství jednotlivých zakázek se liší podle požadavků odběratelů od jednotek až po tisíce kusů. Počet výrobků je v řádu tisíců. Proto do modelu nebude vstupovat každý výrobek samostatně, ale pouze jako součást celé zakázky. Ta představuje obecný element pro výrobu. V modelu nese název *zakazka*.

Základním zařízením modelu, kde probíhají jednotlivé operace nad elementy, jsou pracoviště. Pracoviště byla modelována jednoduchými stroji. Tento model odpovídá i skutečnosti na většině pracovišť. Vstupním zařízením je většinou stroj, který nařeže materiál na požadovanou velikost výrobku, přesto tento stroj nebyl modelovaný jako production machine. Pokud jde zakázka do výroby, pak musí být materiál skladem. Není nutné rozlišovat, zda stroj zpracovává materiál na jednotlivé výrobky nebo pracuje určitý čas nad danou zakázkou. Z pohledu pracoviště je daná situace totožná. Tím se zjednoduší celkový model výroby. Pracoviště jsou značeny písmenem P a pěticiferným číslem.

Každé pracoviště má svůj zásobník obsahující zakázky, které čekají na zpracování. Pro účely modelu nebyly zavedeny priority jednotlivých zakázek. Zakázky jsou odebírány z fronty ve stejném pořadí, v jakém do fronty přišly. Fronty pro jednotlivá pracoviště jsou značeny písmenem F a pěticiferným číslem shodným s číslem pracoviště.

V současné době však nejsou všechna pracoviště výrobních linek v provozu. Obsahují například energeticky náročnější stroje, nebo stroje pomalejší. Pracoviště nejsou zatím zrušeny pro případ poruchy některého stroje na funkčním pracovišti. Proto jsou zahrnuty do modelu, ale nejsou použity k experimentům.

Výrobní linky obsahují i pracoviště pro tepelné zpracování kovů kalením nebo žíháním. Stroje simulující tyto činnosti jsou opět jednoduché. Pro tepelné zpracování je spočtený čas, který zakázka je kalena nebo žíhána. Po tomto postupu mohou následovat některé operace prováděné „za tepla“. Po tepelné operaci, nebo operaci „za tepla“ je nutno určitý čas počkat, než je možné pustit zakázku do dalšího výrobního procesu. Čas čekání je dán technologickými postupy. V modelu je simulován pomocí fronty s minimální dobou pobytu. V modelu je fronta označena *FTZ* a k ní příslušný stroj *PTZ* (po tepelném zpracování).

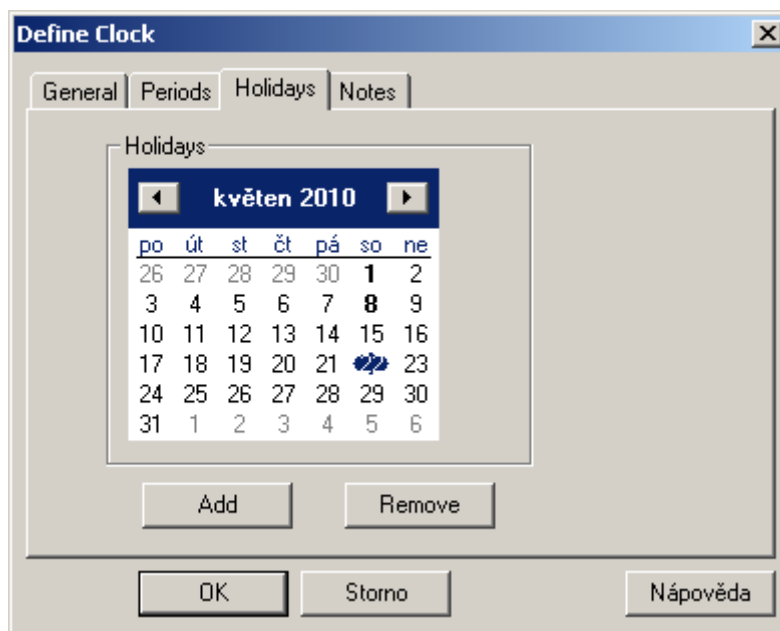
7.1.2 Modelování pracovní doby

Jednotlivá pracoviště nemají pevně nastavenou pracovní dobu. Pracovní doba je dána tak, aby výrobní linka měla požadovanou kapacitu. Pokud se na daném pracovišti neprovádí mnoho operací, nebo jím prochází jen minimum zakázek, pak má kratší pracovní dobu než pracoviště s velkým počtem operací nad zakázkami.

Směny pro jednotlivá pracoviště byly nastaveny podle kapacit udávaných v systému plánování. Vzhledem k poměrně vysoké různorodosti pracovních dob bylo do modelu zavedeno několik typů směn. Směny se liší počtem pracovních dnů a počtem hodin, které ve skutečnosti představují. Základními směňami jsou týdenní směny s různým počtem pracovních dnů a pracovních hodin. Týdenní pracovní směny jsou složeny z podsměn, udávajících kolik je v dané podsměně pracovních minut a jak jsou rozloženy v průběhu dne. Podsměna představuje celodenní směnu a její denní průběh. To znamená, kdy začíná, kdy je přestávka na oběd a kdy směna končí.

Směny bohužel nesou implicitní názvy, které byly použity i při psaní skriptů pro některé elementy, pak již u těchto názvů zůstalo (příloha PIV a příloha PV).

Do modelu jsou zavedeny i celozávodní dovolené a svátky v průběhu roku (Obr. 20). V tyto dny se běžně nepracuje. Pokud třeba pracoviště v některý svátek nebo den celozávodní dovolené pracovalo, není tato skutečnost v modelu zohledněna. Nelze nastavit dovolenou po jednotlivých pracovištích.



Obr. 20. Zadávání celozávodních dovolených ve Witness

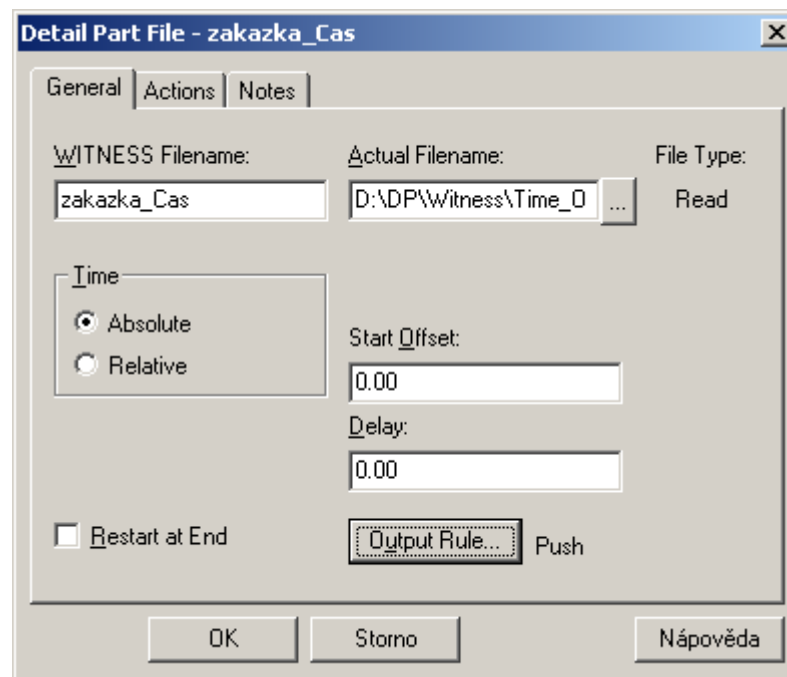
7.1.3 Kooperační firmy

Některé operace nejsou z kapacitních nebo technických důvodů zpracovávány přímo ve firmě. Jsou odváženy na kooperaci do jiných firem. Tato skutečnost je v modelu zachycena jednoduchými stroji. Stroje představující kooperační firmy jsou označeny písmenem K a pěticiferným kódem kooperující firmy. Fronty pro tyto pracoviště jsou označeny stejným kódem jako fronty pro vlastní pracoviště. Název začíná písmenem F a číslem shodným s číslem pracoviště.

7.1.4 Vstup zakázek do modelu

Zakázky vstupují do modelu podle časů, kdy byly zadány do výroby. Tyto časy jsou uloženy v souboru *Time_OPV_2008_2010.par*. Časy vstupů jsou absolutní. Nula je

položena do 1.1.2008 0:00. Data jsou ze souboru načítána přes part file s názvem *zakazka_Cas* (Obr. 21). Tento vstup vloží v daný čas zakázku do fronty FVstup.



Obr. 21. Soubor pro načítání času vstupu

Zakázka je popsána řadou parametrů. V modelu jsou zahrnuty číslo objednávky v proměnné *opvN*, číslo výtobku v *idN*, množství na objednávce *mnozN* a hmotnost jednoho kusu *hmotR*. Každá objednávka má předepsaný technologický postup. To znamená, přes které pracoviště bude procházet, jaké operace se nad ní budou provádět a jak dlouho jednotlivé operace trvají. Seznam pracovišť, přes které má zakázka procházet jsou uloženy v poli celých čísel *TPV_P*. Časy seřizování a přípravy pracoviště pro daný krok jsou uloženy v poli reálných čísel *TPV_TB*. Časy vlastních operací jsou v poli *TPV_TA*. Data pro zakázky jsou uložena v souboru *Data_OPV_2008_2010.dat*. Obsahují výše popsané parametry a dále čas vstupu do výroby a požadovaný termín ukončení.

Data jsou načítána ve virtuálním stroji *VIRTUAL_INPUT* ve skriptu pro *Actions on Input*. Stroj *VIRTUAL_INPUT* slouží pouze pro načtení dat a zaslání zakázky na pracoviště, které provádí první operaci. Protože se může jednat o libovolné pracoviště, bylo použito právě vstupního virtuálního stroje jako rozdělovače zakázek do jednotlivých front pracovišť.

Data pro pracoviště a operační časy jsou uložena v polích, proto byl do modelu zaveden ukazatel na aktuální pole jako celočíselná proměnná *akt_operace*. Tato proměnná je iniciována na hodnotu 1 ve skriptu pro *Actions on Input* stroje *VIRTUAL_INPUT*.

Výstup stroje *VIRTUAL_INPUT* zasílá zakázky na jednotlivá pracoviště přes skript uložený pod tlačítkem To, ukázka skriptu se nachází v přílohách (Příloha PIII). Tento skript je použit i na dalších strojích mimo stroje pro tepelné zpracování. Na těchto strojích je použit funkčně stejný skript, ale s modifikovanými názvy pracovišť, kam může výrobek putovat.

Skript není vytvořen ručně, ale z důvodů omezení vzniku chyb a urychlení prací byl vygenerován SQL dotazem.

Po zařazení do fronty čeká zakázka na vytažení na pracoviště (v modelu stroj). Pokud je zakázka vybrána, je nastaven *Setup Time* na hodnotu $TPV_{TB}(akt_operace)$. Čas odpovídá nastavení strojů a přípravě na vlastní operaci na daném pracovišti.

Vlastní operace trvá na stroji čas $TPV_{TA}(akt_operace)$. Operace je dále povýšena o čas, který zaberou úkony po ukončení operace. Pro většinu pracovišť je tento čas shodný. Je modelován přidáním času k $TPV_{TA}(akt_operace)$. Pro přidání času je použito normální rozdělení s ořezáním krajních hodnot pomocí funkce $TNORMAL(\text{průměr}, \text{minimum}, \text{maximum}, \text{bufer náhodných čísel})$. Součet časů je pak vložen do *Cycle Time*.

Po ukončení operace je spuštěn skript pro *Actions on Finish*, který navýší proměnnou *akt_operace* o jedna. Výstup pak zasílá zakázku do fronty dalšího pracoviště. Postup na všech pracovištích je shodný s výjimkou pracovišť tepelného zpracování. Důvod i postup je popsán v kapitole 7.1.1.

7.1.5 Výstup zakázek z modelu

Po zpracování operace na posledním pracovišti je zvýšena hodnota *akt_operace*, ta nyní ukazuje na pracoviště s číslem 0. Výstup z aktuálního pracoviště zasílá takovouto zakázku do fronty *FVystup*. Skript ve frontě pro *Actions On Input* provádí zápis informací o zakázce do souboru *ZakazkaOUT.dat*. Zakázka je následně vytažena strojem *VIRTUAL_OUTPUT* a zaslána do bufferu *SHIP*.

Do souboru jsou zapisována data o čísle zakázky, čase vstupu do systému, požadovaném čase dokončení zakázky, aktuálním čase simulace, celkové době výroby a rozdíl mezi aktuálním simulačním časem a požadovaným časem dokončení zakázky. Aktuální simulační čas představuje čas výstupu zakázky z výroby.

Do souboru nejsou zapisovány zakázky ze začátku simulace, protože neodpovídají skutečnému průběhu zakázky přes pracoviště. Warmup byl nastaven na hodnotu 144000

minut. Hodnota odpovídá času sto dní po začátku simulace. V tuto dobu jsou již pracoviště zaplněny a nezakreslují výsledky simulace.

7.1.6 Nastavování parametrů

Časová jednotka simulace je nastavena na minuty. Tato časová jednotka odpovídá počítání hodnot v technologických postupech a hodnoty pak není nutné konvertovat.

Parametr Warmup byl pro všechny simulace nastaven na hodnotu 144000. Tato doba je dostatečná. Simulované modely vykazují po této době dokonce zkrácení doby průchodu modelem.

Všechny pokusy jsou ukončeny v čase 1250000 minut od počátku simulace. Tato hodnota je dána i časem kdy už nejsou v zásobníku některé druhy výrobků. Nedochozí tím k ovlivnění statistických hodnot.

Pro nastavování parametrů simulací byly do modelu přidány další prvky. Element *smena* slouží pouze pro plnění strojů, které jsou použity pro nastavení parametrů směn na jednotlivých pracovištích.

Stroj *Nastavení_Smen_Staticke* provede na počátku simulace nastavení směn pro pracoviště. Směny patří mezi jedny ze simulovaných parametrů. Proto je nutné na začátku každé simulace, aby byly nastaveny původní směny. Tento stroj obsahuje i další skripty pro další experimenty. Skripty, které nejsou použity v dané simulaci, musí být ručně zakomentovány.

Stroj *Nastavení_Smen_Dynamicke* slouží pro dynamické nastavování směn na pracovištích. Typ směny se řídí počtem zakázek ve frontě pracoviště. Směny jsou měněny o půlnoci z neděle na pondělí. Nastavení změny je dáno počátečním časem simulace, *Setup Time* a *Cycle Time* tohoto stroje.

Celkem byly provedeny tři nastavení směn a kapacit pracovišť a provedeny simulace. Pro každé nastavení byl proveden pokus s 80%, 100%, 120% a 150% objemem výroby.

Objem výroby byl nastavován velikostí zakázek na vstupu do modelu ve skriptu *Actions On Input*, změnou proměnné *koeficientProdukce*. Touto hodnotou se násobily i časy pro seřízení pracovišť a časy jednotlivých operací. Časy jsou přímo úměrné množství výrobků na objednávkách. Lze proto využít této jednoduché metody pro nastavení objemu výroby.

V modelu je ještě několik výstupních souborů sloužících pro ukládání informací o směnách. Data do těchto souborů jsou ukládána ve skriptech pro *Actions on Input* stroje *Nastaveni_Smen_Dynamicke*.

Pomocné pole F a B slouží pro zpřesnění statistik na nově přidaných pracovištích v dynamickém modelu. Registrují příchod první zakázky na nové pracoviště a zahájení sledování statistických parametrů nových pracovišť. Statické nastavení směn nepokrývá skutečnost vzniku nových pracovišť v čase.

7.2 Ověření programu plánování pomocí simulace

Vytvořený model měl posloužit k ověření reálnosti časů nastavených programem pro plánování výroby. Vzhledem k tomu, že program byl uveden do praxe podstatně dříve, než vznikl model, proběhlo ověření již v ostrém provozu. Výsledky zaplánování odpovídají reálné praxi, proto bylo od simulačního experimentu pro kontrolu upuštěno. Program používá prioritní plánování, model pro ověření by musel být podstatně složitější a náročnější na ověření. Prioritní plánování mění pořadí zakázek nejen na vstupu, ale i v průběhu výroby na pracovištích.

7.3 Experimenty s modelem

7.3.1 Ukládání experimentů

Pro diplomovou práci jsem nezvolil samostatné ukládání parametrů modelu pro každý simulovaný experiment, ale postup s nastavením parametrů pomocí skriptů. Ruční nastavení pro určité typy experimentů bylo zdlouhavé a náročné na pozornost. Kontrola správnosti nastavení pak byla stejně pracná jako jejich úprava. Při zjištění chyby v jednom experimentu, bylo nutné načíst a upravit parametry dalších experimentů a provést jejich uložení.

Tato skutečnost mě vedla k vytvoření modelu nastavovaného pomocí skriptů ve virtuálních strojích. Ani tato volba však nepřináší pouze výhody. Bylo nutné nejdříve skripty odladit tak, aby v modelu nezůstávaly parametry z předchozí simulace. Výhodou je pak jen změna z jednoho místa pro všechny experimenty. Nevýhodou může být „nečitelnost“ nastavení parametrů, simulace pak běží s hodnotami nastavenými skriptem.

V této práci jsou prezentovány pouze některé modely, základní model, model s pevným navýšením směn a model s dynamickým nastavením směn. Další zkoušené modely a daty z nich jsou pak uloženy na přiloženém disku. Představují dynamický model, základní model, model s navýšením směn na vybraných pracovištích, model se zrychlením obrábění na zvolených pracovištích, nebo kombinace obou změn.

7.3.2 Základní model pro simulace

Základní model představuje současný stav výrobních linek a pracovišť ve firmě. Směny pracovišť jsou nastaveny podle aktuálně používaných hodnot. Model sloužil pro ověření reálnosti a následně i k experimentům se změnami objemu výroby.

Základní modelu byl podroben experimentům se změnou objemu výroby. Do modelu bylo vpuštěno 80%, 120 a 150% procent objemu výroby. Byla sledována reakce modelu na tyto změny, hlavně však následující parametry: vytížení pracovišť, doba zakázky v systému a průměrná doba čekání zakázky ve frontách před jednotlivými pracovišti.

Úzká místa odkrytá tímto modelem pak poslouží pro další experimenty, i jako srovnávací základna pro výsledné statistiky.

7.3.3 Statické navýšování směn a kapacit

Experimenty vychází z výsledků simulací na základním modelu odpovídající reálnému stavu výroby. Simulacemi nad základním modelem byly nalezeny úzké místa ve výrobě. Úzká místa odpovídají pracovištím, kde dochází k nejvyšším dobám čekání na zpracování. Pro daná pracoviště se pokusíme řešit problém navýšením pracovní doby, nebo výkonu daného pracoviště. Ve výsledku jsou zajímavé informace o průměrné době čekání zakázky na zpracování, vytížení pracovišť a celkové době zakázky ve výrobě.

Při prvním experimentu došlo k navýšení směn u pracovišť *P15678 Řezání*, *P15700 Vrtání*, *P15750 Broušení* a *P27831 Kalení*, která se jevila jako úzká místa v základním modelu. Dalším experimentem bylo navýšení výkonu na dvojnásobek pro pracoviště *P15678 Řezání*, *P15700 Vrtání*, *P15750 Broušení* a navýšení směn pro pracoviště *P27831 Kalení* proti základnímu modelu. Důvodem bylo opět odstranění úzkých míst ve výrobě. Pro další experimenty byla odstraněna úzká místa, která se objevila po zvýšení kapacit v předchozím experimentu. Podobných úprav a experimentů je možné provést velké

množství, patrně však jen v teoretické rovině, bez možnosti reálného nasazení. Důvodem by byla příliš vysoká cena za nákup nových zařízení.

7.3.4 Dynamické nastavování směn

Výroba je rozdělena do několika linek, které mají společná jen některá pracoviště. Ostatní pracoviště se pro jednotlivé linky liší jen použitými stroji. Stroje jsou však shodného typu a práce na nich je velmi podobná. Linky nejsou vytěžovány rovnoměrně, záleží na okamžitém stavu objednávek. Z tohoto důvodu je možné využít pracovníky z linky, která není vytížená a použít je na obdobné pracoviště linky, která má aktuálně kapacitní problémy.

Tento typ experimentu již vyžaduje složitější výpočty a výsledek simulace nelze dopředu odhadnout. Nejde jen o využití kapacit výrobní linky, je zde použito aktivní nastavování výrobních kapacit. Tento postup se navíc v praxi běžně používá. Pokud není pro výrobní linky dostatek práce, pak se zkracují směny nebo zaměstnanci převádí na jinou práci.

Uvedený postup se může ověřit v praxi jen na části pracovišť. Není nutné nasazení kompletně na celou výrobní linku. Po ověření schopnosti pracovat v reálném systému je možné dále tento systém rozšířit o další pracoviště. Simulací se ověří možnosti dynamických úprav směn.

V případě úspěšného ověření simulací a v reálné výrobě se může program pro plánování výroby v budoucnu rozšířit i o funkci plánování kapacit podle potřeby jednotlivých pracovišť. Plánování má navíc proti simulaci výhodu, dokáže určit počet zakázek v budoucnu. Simulace vycházela jen z okamžitých stavů front na pracovištích. Možnost predikce stavů front pro pracoviště může vést k plánování kapacit přibližně měsíc dopředu. Tím lze vytižít rovnoměrně jednotlivé pracovníky a lépe využít kapacity pracovišť. Program pro plánování se posune o úroveň výše. I když se zpomalí rychlost výpočtů.

Pro experiment s dynamickými směnami jsem nejdříve rozdělil pracoviště do skupin se shodnou nebo podobnou činností. V rámci této skupiny se budou sledovat potřeby navýšení nebo naopak poklesu počtu směn. Počet směn pro skupiny je sledován a zapisován do výstupních souborů.

S dynamickým modelem byl proveden experiment navyšování objemu výroby po 10% za účelem nalezení limitního objemu výroby při stejném stavu výrobních linek.

Další pokus s dynamickou změnou směn probíhal po navýšení výkonu pracovišť *P15678 Řezání*, *P15700 Vrtání*, *P15750 Broušení* na dvojnásobek proti základnímu modelu. Modely byly podrobeny experimentům se změnou objemu výroby. Do modelu bylo vpuštěno 80%, 100%, 120% a 150% procent objemu výroby. Ve výsledných statistikách se vyhodnotí informace o průměrné době čekání zakázky na zpracování, vytížení pracovišť a celkové době zakázky ve výrobě.

Opět se nabízí další možnosti experimentů, například nenavyšovat počet směn nad současný rámec, držet počet za měsíc na stanovené úrovni nebo navýšit počet směn maximálně o určitý počet. Pro experimenty se směnami je již nutné i vyhodnocení pracovně právních záležitostí.

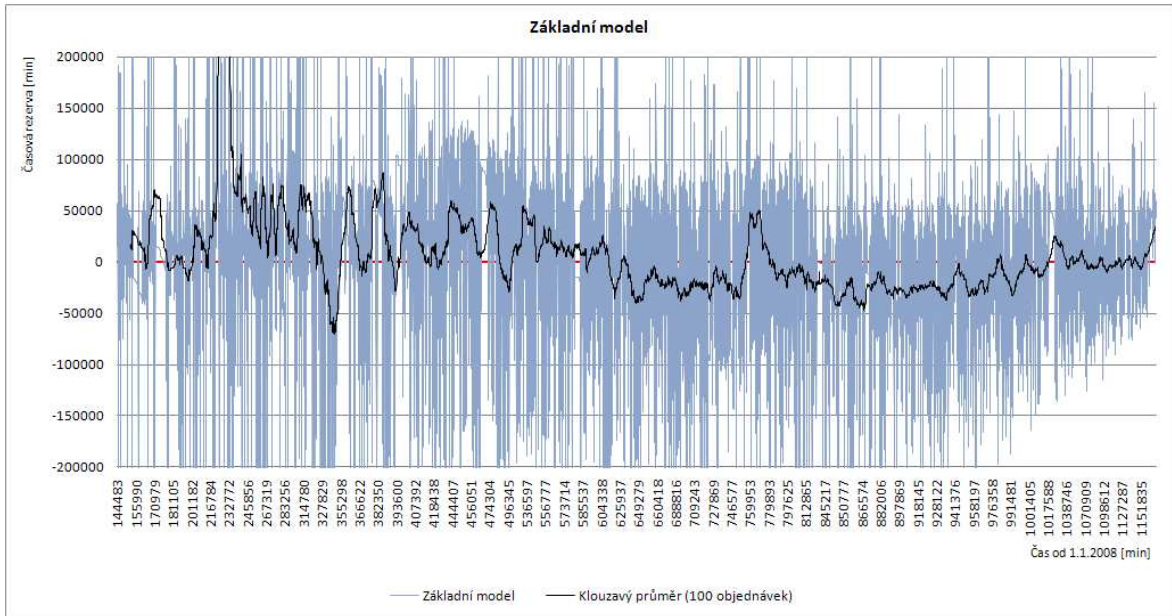
V modelu řídí nastavování směn stroj *Nastaveni_Smen_Dynamicke*, změny se řídí počtem zakázek ve frontě pracoviště. Hranice kdy bude směna přidána nebo ubrána, případně pracoviště odstaveno, je dána pouze odhadem na základě výsledků základního modelu. Skript ve funkci *Actions On Input* (příloha P IV) počítá a zapisuje rozdíl mezi počtem směn v základním modelu a v modelu s dynamickými směnami.

7.4 Výsledky simulací

Po provedených experimentech byla data načtena do programu Microsoft Excel a provedena jejich analýza. Experimenty pak byly porovnány vzhledem k základnímu modelu a vzájemně mezi sebou. Microsoft Excel byl použit pouze z důvodu jednoduché archivace dat a jednoduchému přístupu k výstupům ze simulací. V programu Witness je možné data rovnou zobrazit jak v numerické tak v grafické podobě, tento program však není rozšířen v takovém rozsahu jako MS Excel.

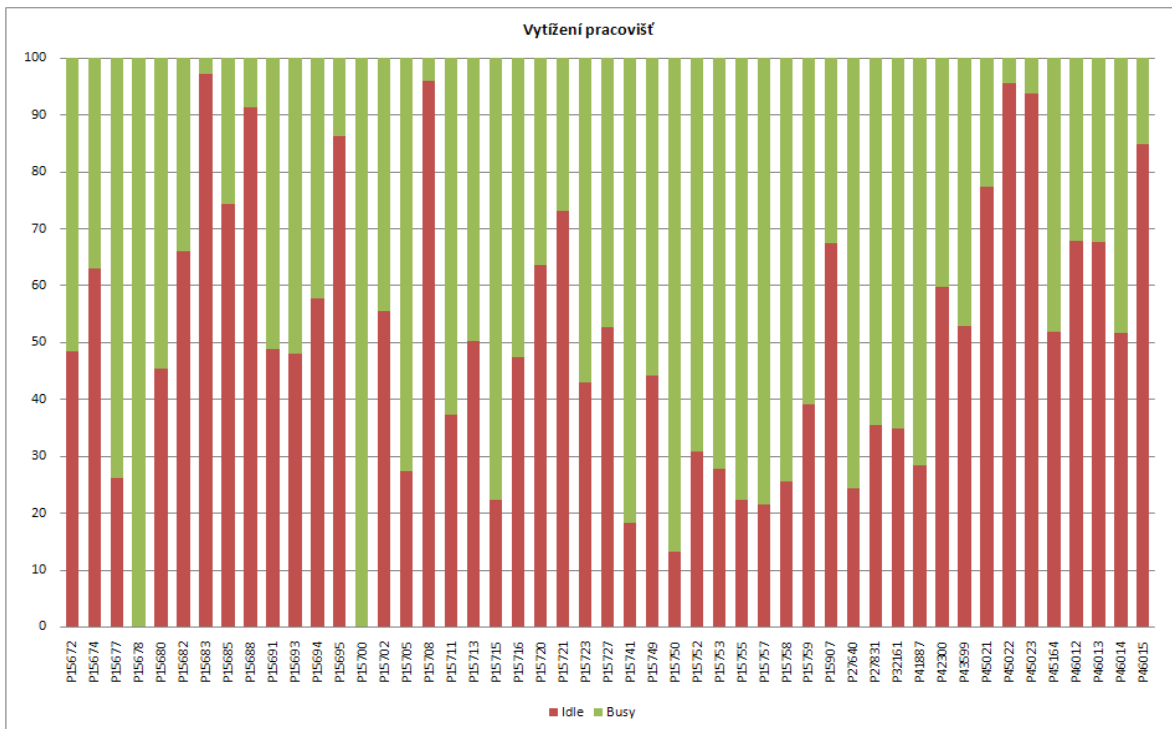
7.4.1 Základní model

Z pohledu plánování je důležitá statistika udávající, jak jsou zakázky v předstihu nebo ve skluzu proti požadovanému termínu. Pro přehlednější zobrazení je použit graf s klouzavým průměrem za sto zakázek (Obr. 22). Tato hodnota průměruje zpoždění nebo předstih pro zakázky, které šly do výroby přibližně ve stejnou dobu.



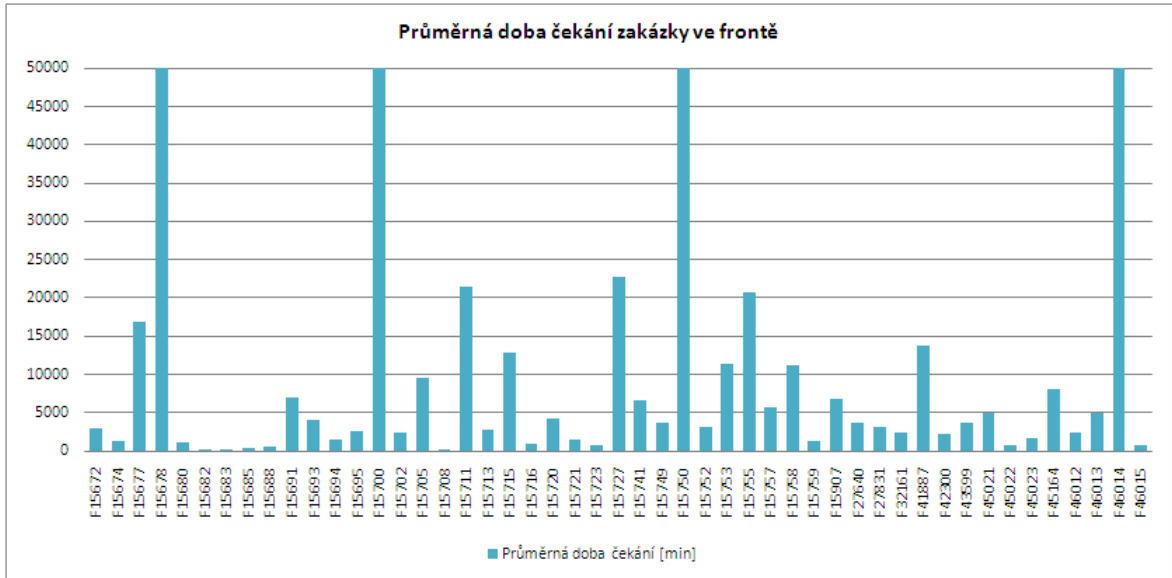
Obr. 22. Graf časů ukončení výroby pro základní model

Dalším sledovaným parametrem je vytížení pracovišť za simulované období (Obr. 23). Z hodnot je možné usoudit, jestli patří kapacita daného pracoviště do úzkých míst výroby.



Obr. 23. Graf vytížení pracovišť pro základní model

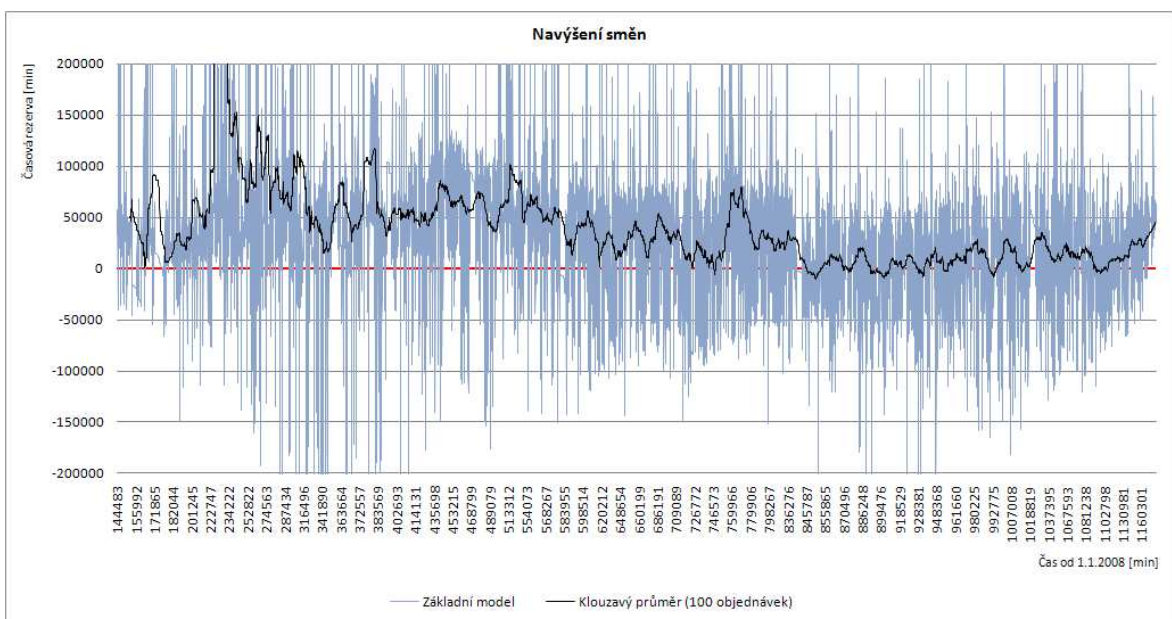
Pro ukázkou dalšího možného vyhodnocení úzkých míst jsou zde grafy průměrného čekání zakázek ve frontách pracovišť (Obr. 24). Z tohoto grafu lze nejen najít úzká místa v systému, ale i odpovědět na otázku, o kolik které pracoviště prodlužuje dobu výroby.



Obr. 24. Graf průměrné doby čekání ve frontě pracoviště, základní model

7.4.2 Navýšení směn na vybraných pracovištích

Při navýšení směn se výrazně zlepšil průchodnost zakázek přes modelovanou výrobu proti



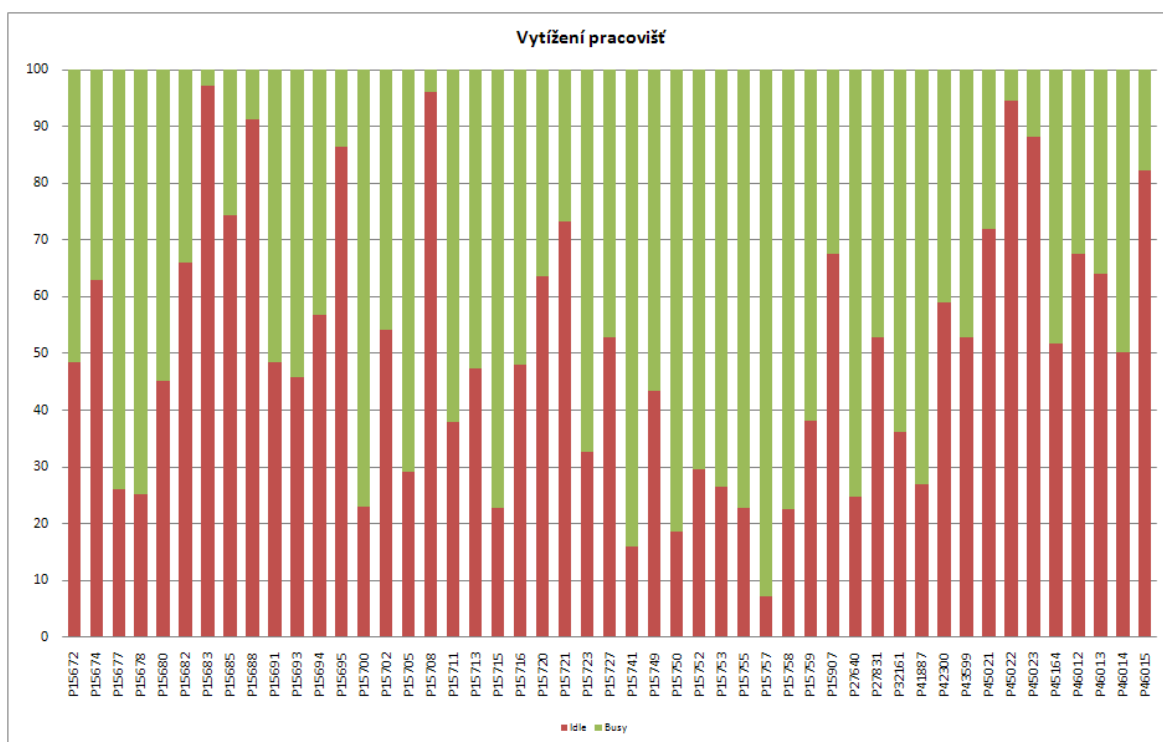
Obr. 25. Graf časů ukončení výroby pro model s navýšenými směnami

základnímu modelu (Obr. 25). Z tohoto pohledu je tato úprava přínosem.

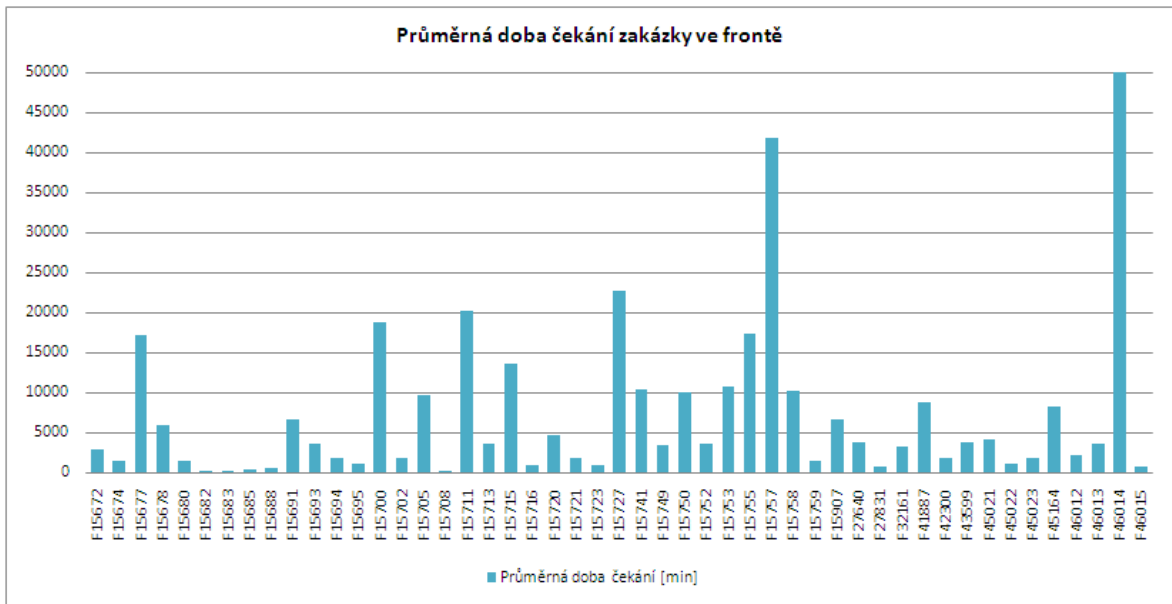
Další graf vytížení pracovišť (Obr. 26) však ukazuje na stejný problém jako u základního modelu, nízké procento vytížení pracovišť, které se navýšením směn ještě zhoršilo.

Při navýšení počtu směn došlo ke zkrácení doby výroby, tuto skutečnost zobrazuje i graf průměrné doby čekání ve frontách (Obr. 27). Původní fronty s dlouhou dobou čekání se v tomto případě již neobjevily, nepříjemným dopadem tohoto řešení je vznik nových front s velkou dobou čekání na provedení operace. Nevýhodou tohoto řešení je i razantní nárůst počtu pracovníků ve výrobě.

Výsledek tohoto experimentu lze srovnat z pohledu výkonu s pokusem, kde byla navýšena výrobní kapacita strojů pracovišť *P15678 Řezání*, *P15700 Vrtání*, *P15750 Broušení* o 50%. Tento pokus vzhledem k rozsahu není prezentován v této práci, ale je přiložen na datovém nosiči. Z firemního pohledu je jistě zajímavější než aktuálně popisovaný model, ten však byl vybrán pro srovnání s modelem, ve kterém se mění počet směn na pracovištích podle okamžité potřeby výrobních linek.



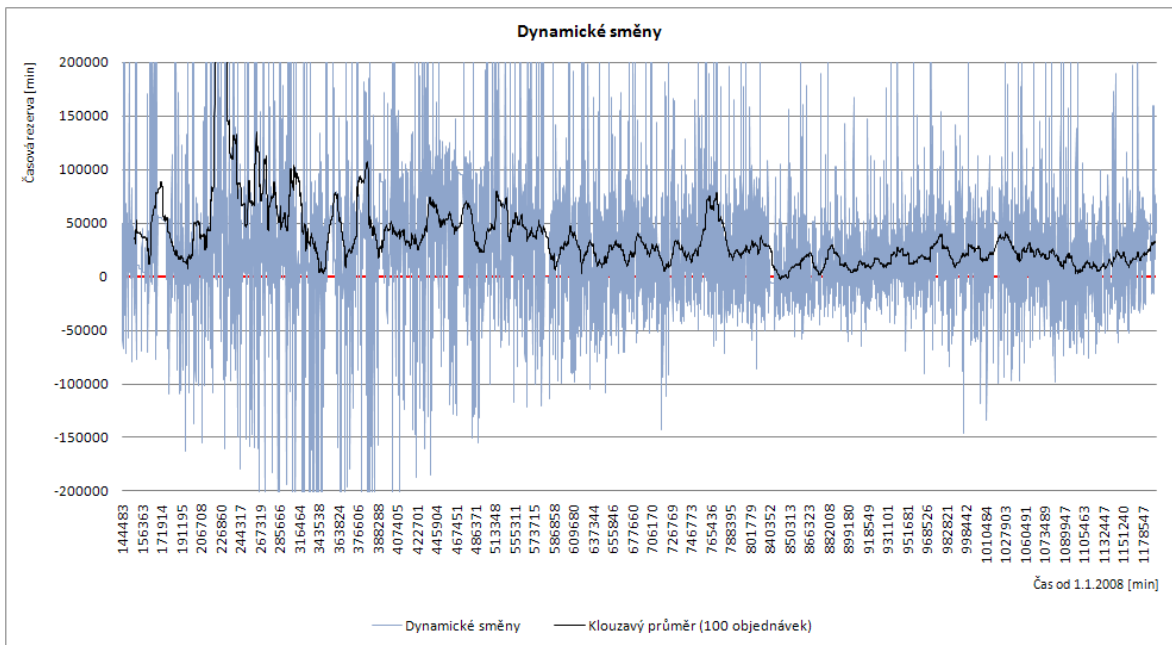
Obr. 26. Graf vytížení pracovišť pro základní model



Obr. 27. Graf průměrné doby čekání ve frontě pracoviště, model s navýšenými směňami

7.4.3 Dynamické směny

Po zavedení úprav počtu směn na pracovištích podle velikosti fronty se odstranila podstatná část zpoždění ve výrobě (Obr. 28). Navíc bylo této skutečnosti dosaženo při menším počtu směn, což představuje další ekonomický přínos.

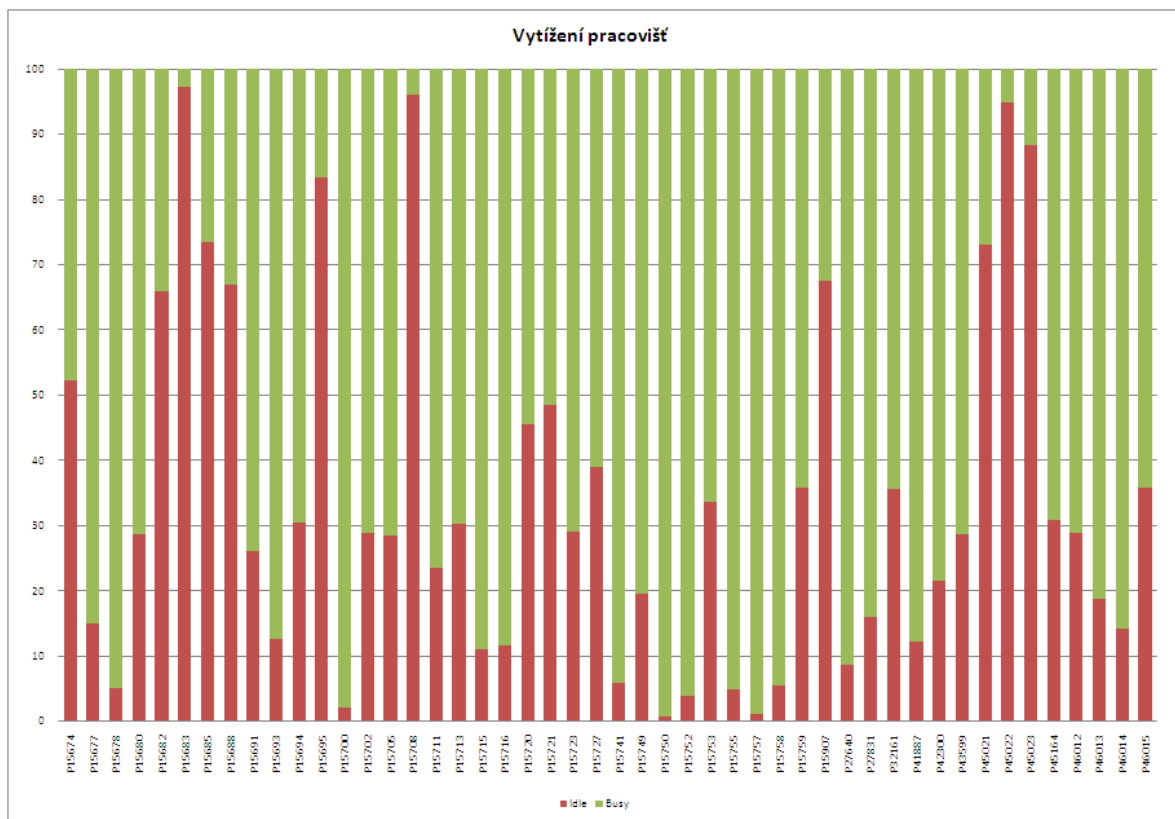


Obr. 28. Graf časů ukončení výroby pro model s dynamickými směňami

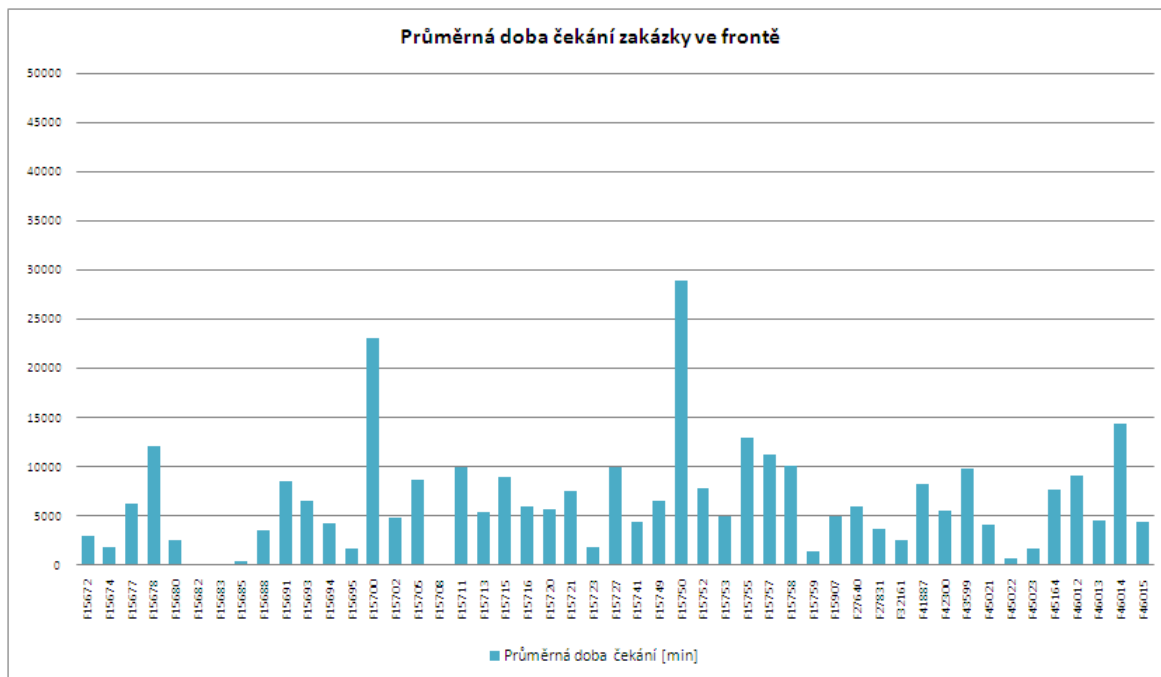
Graf vytížení pracovišť se podstatně změnil (Obr. 29). Vytížení pracovišť narostlo i o několik desítek procent. Jde o důsledek snížení počtu směn. Pokud není ve frontě pracoviště na konci týdne dostatek zakázek, pak se snižuje počet směn na pracovišti pro následující týden.

Při tomto typu nastavení směn došlo k celkovému poklesu čekacích dob na zpracování. Pokles se však neprojevil na všech pracovištích, ale jen na pracovištích s dlouhou dobou čekání ve frontě (Obr. 30). Naopak velmi krátké doby čekání se díky odstavení pracovišť mírně protáhly.

Tento typ experimentu představuje pro firmu řešení s nulovými počátečními náklady. Náklady na zaškolení pracovníků pro jiné stroje jsou minimální ve srovnání s případem, kde je nutné navýšit výkon některých pracovišť nebo kde je nutno navýšit počet směn na vybraných pracovištích. Nevýhodou tohoto řešení může být sledování pracovně právních záležitostí z důvodu nepravidelnosti směn.



Obr. 29. Graf vytížení pracovišť pro model s dynamickými směnami



Obr. 30. Graf průměrné doby čekání ve frontě pracoviště, model s dynamickými směnami

7.4.4 Porovnání modelů

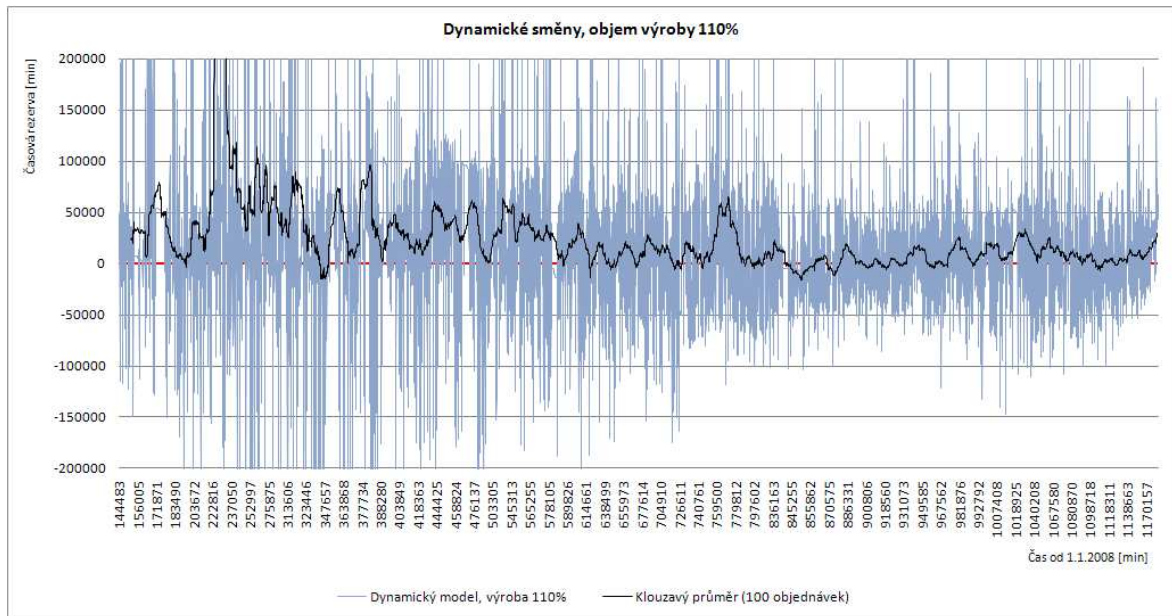
Porovnáním modelů z hlediska propustnosti výrobních linek a ekonomických přínosů jsou uvedeny v následující tabulce (Tab. 1). Výrazné zkrácení doby výroby znamená uvolnění finančních prostředků vázaných ve výrobě a současně i možnost realizovat zakázek. Nárůst počtu pracovníků naopak znamená zvýšení nákladů. U modelu s dynamickými směnami je dalším přínosem odstavování právě nevyužitých pracovišť a snižování nákladů na elektrickou energii. Úzkými místy pro všechny modely jsou pracoviště *P15700 Vrtání*, a *P15750 Broušení*. Pro základní model i pracoviště *P15678 Řezání*.

Tab. 1. Vyhodnocení a porovnání modelů

	Vyrobena objednávek	Průměrná doba výroby [min]	Zlepšení proti základnímu modelu [min]	Nutný počet pracovníků
Základní model	8152	81774	0	100%
Navýšení směn	8425	48906	32868	125%
Dynamické směny	8806	52349	29425	84%

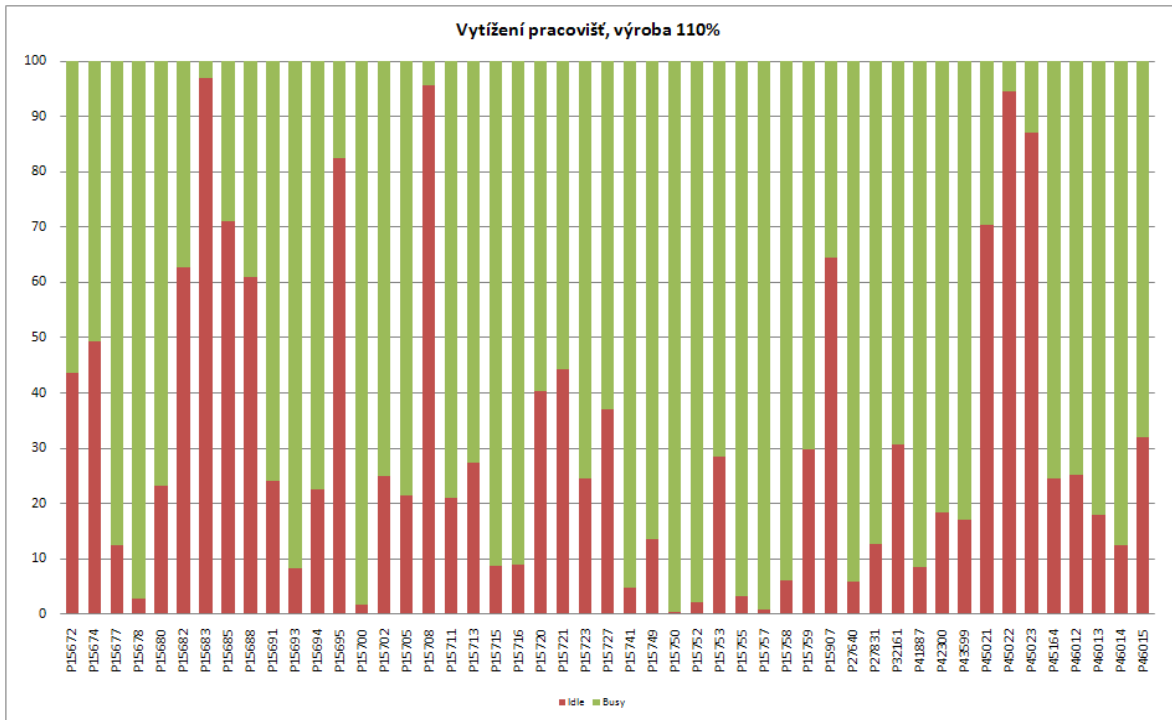
7.4.5 Dynamické směny a navýšení objemu výroby

Cílem tohoto experimentu bylo nalezení horní hranice objemu výroby, při které se ještě dodržují termíny dodání a nemusí dojít k navýšení výrobních kapacit, nebo počtu zaměstnanců.

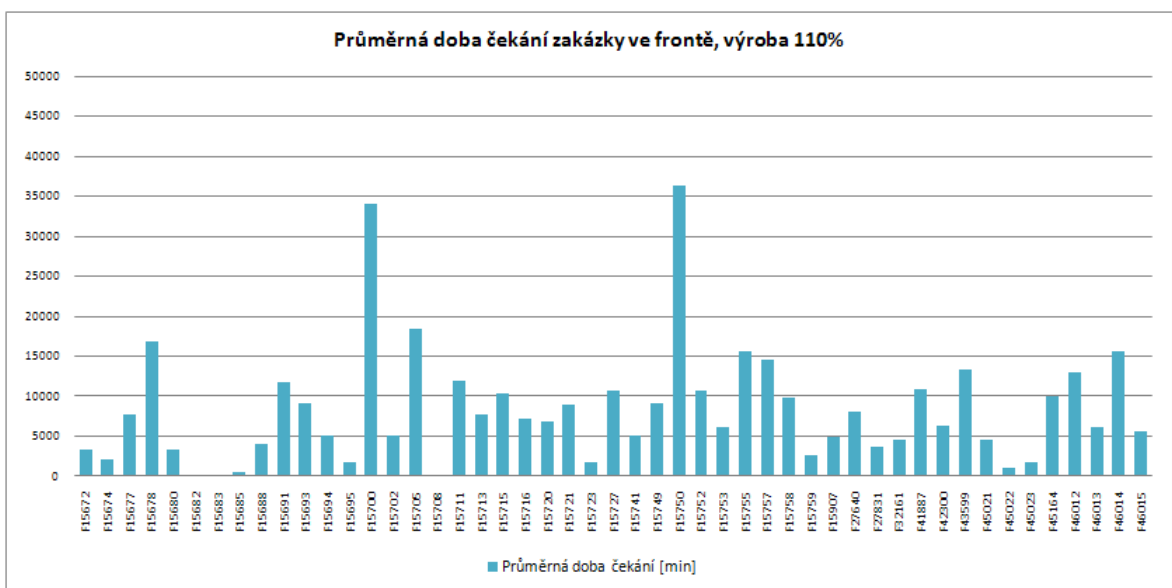


Obr. 31. Graf časů ukončení výroby pro model s dynamickými směnami a navýšením výroby o 10%

Objem výroby byl navyšován po 10% a vyhodnocen vliv na dodržení termínů, vytížení kapacit pracovišť a průměrnou délku front. Po zvýšení výroby o 10% a při dodržování dodacích termínů není nutné navyšování kapacit (Obr. 31). Kapacity pracovišť na úzkých místech jsou při daném nastavení směn využívány prakticky úplně (Obr. 32). Nárůst čekacích dob ve frontách (Obr. 33) na úzkých místech dosahuje 20% proti dynamickému modelu bez nárůstu výkonu. Přesto zvýšení výroby o 10% pro tuto výrobní linku nepředstavuje problém. Proti základnímu modelu je možné ještě dosáhnout úspor jak ve finančních prostředcích vázaných rozpracovanou výrobou tak v energiích a nákladech na pracovní sílu (Tab. 2).



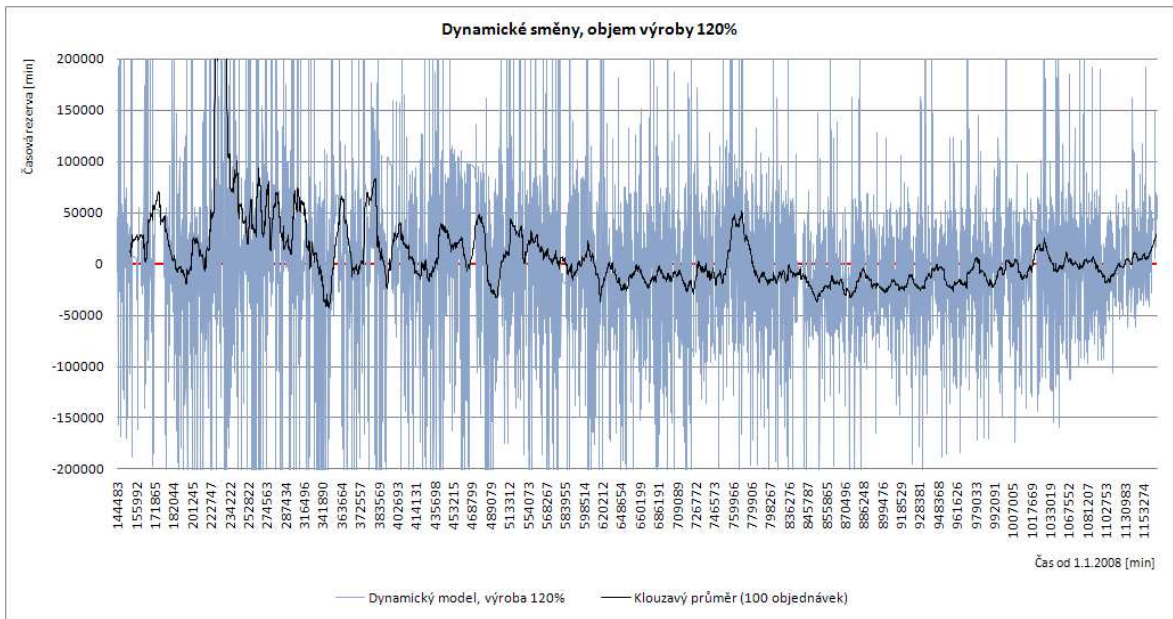
Obr. 32. Graf vytížení pracovišť pro model s dynamickými směny a navýšením výroby o 10%



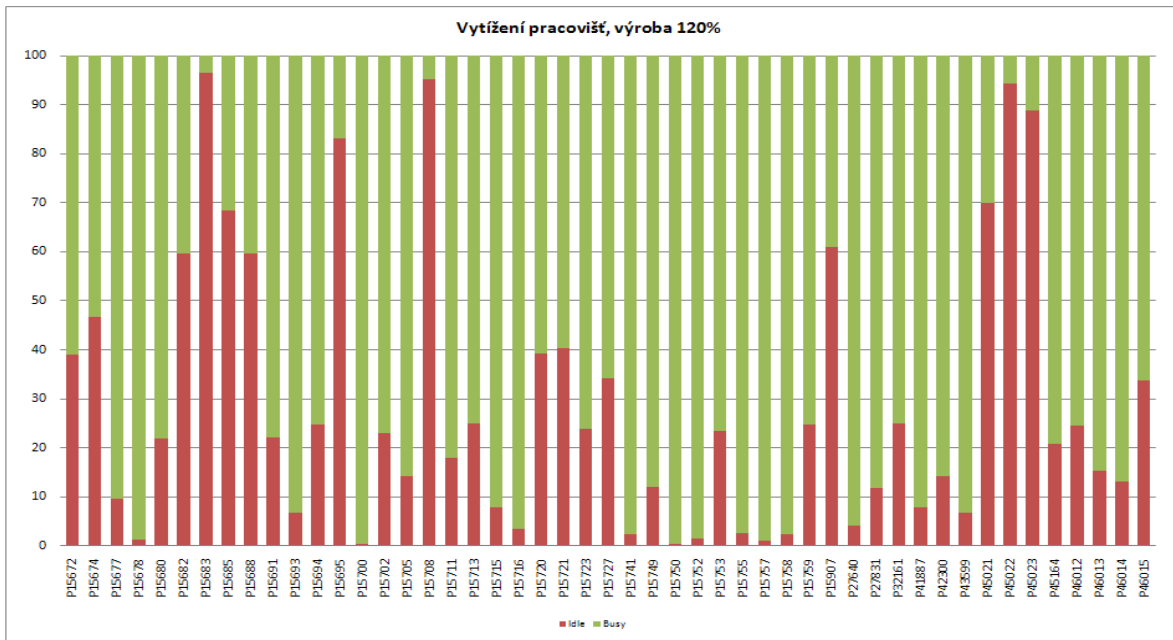
Obr. 33. Graf průměrné doby čekání ve frontě pracoviště, dynamické směny a navýšení výroby o 10%

Zvýšení výroby o 20% již nedovolí dodržet přesně termíny dodání, ale termíny ještě nejsou výrazně překračovány (Obr. 34). Vytížení pracovišť je vyšší než pro předchozí případ (Obr. 35). Fronty na úzkých místech začínají narůstat podstatně rychleji než pro 10%

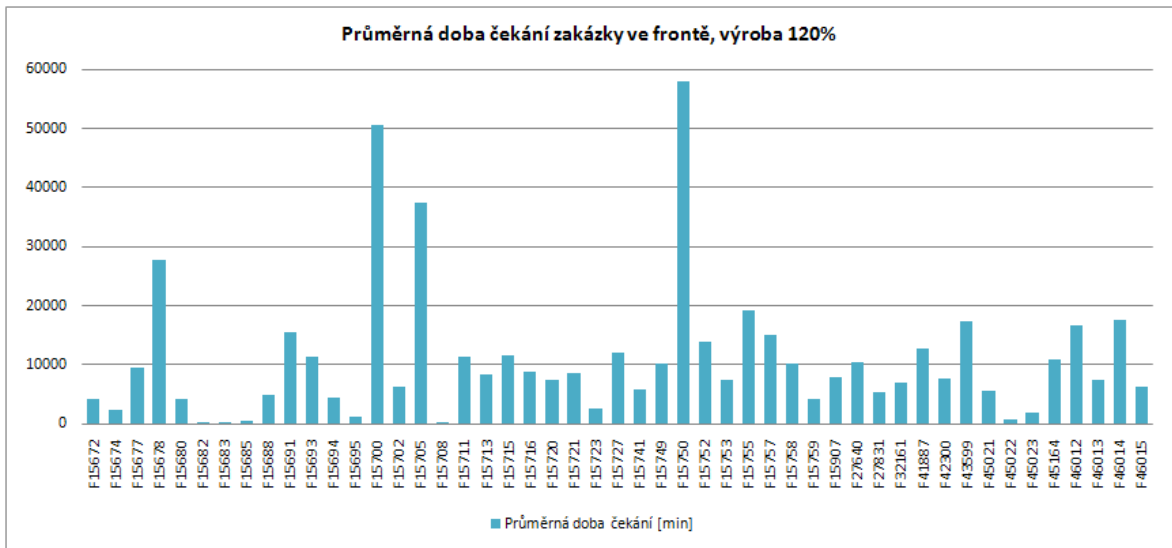
navýšení výroby (Obr. 36). Nejdelší fronty již dosahují kolem jednoho měsíce čekání na zpracování.



Obr. 34. Graf časů ukončení výroby pro model s dynamickými směnami a navýšením výroby o 20%

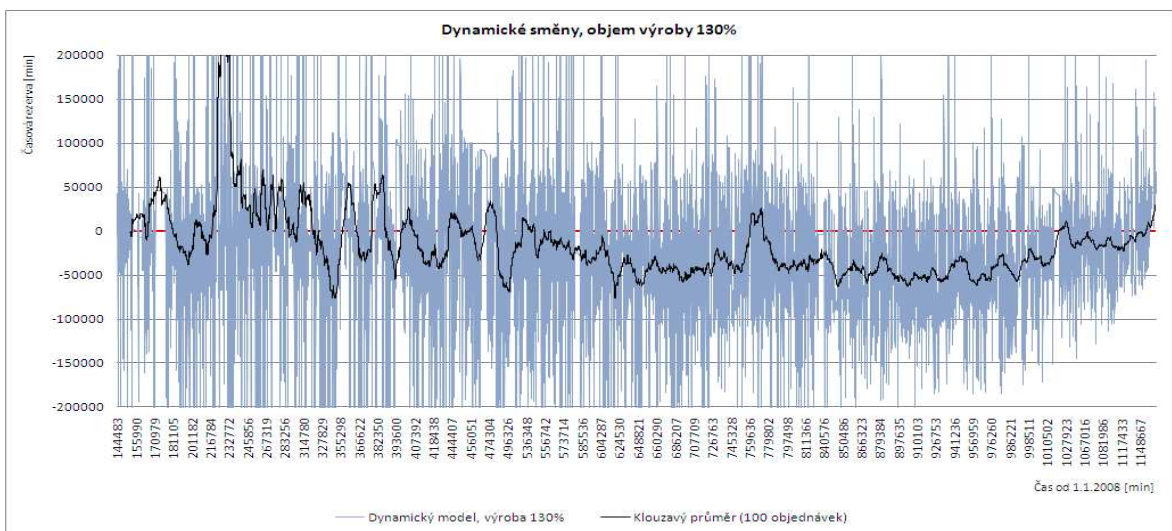


Obr. 35. Graf průměrné doby čekání ve frontě pracoviště, dynamické směny a navýšení výroby o 20%

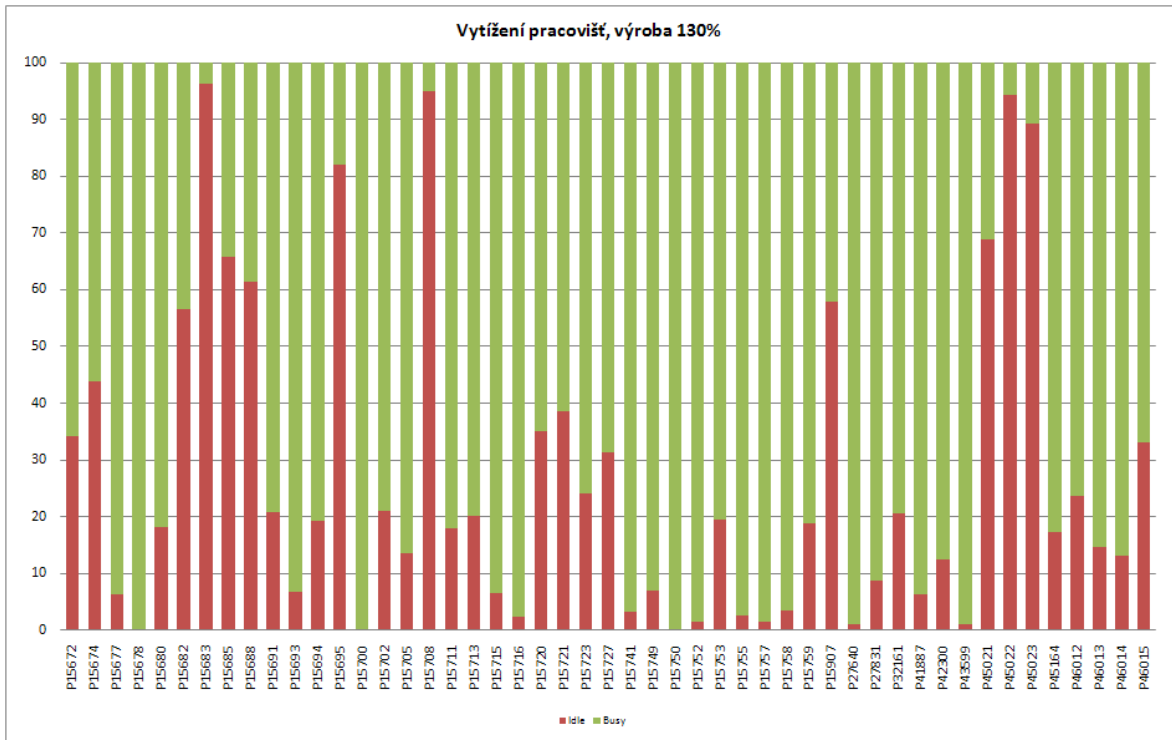


Obr. 36. Graf průměrné doby čekání ve frontě pracoviště, dynamické směny a navýšení výroby o 20%

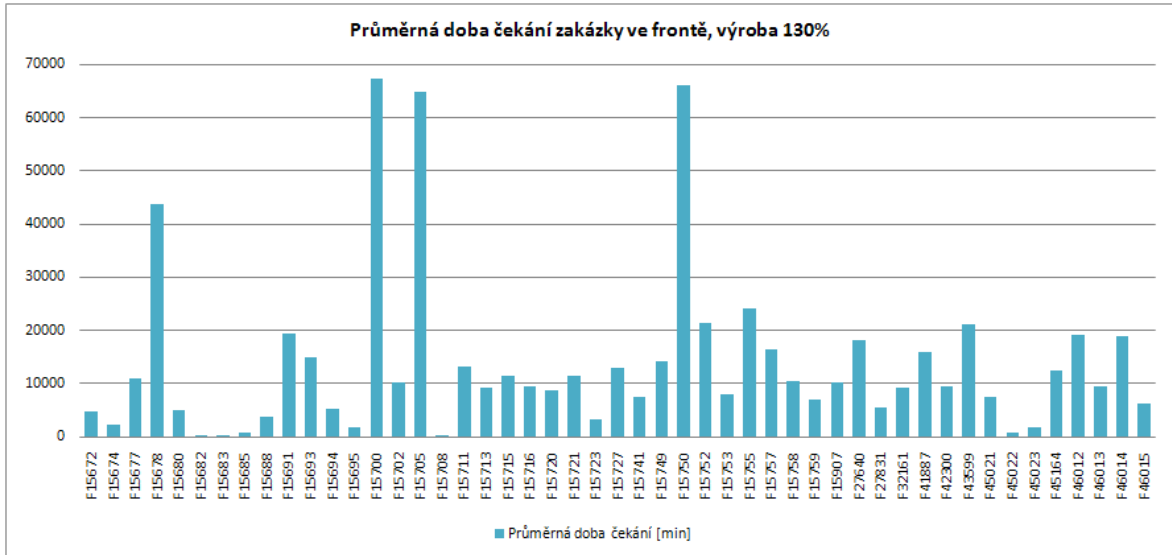
Posledním simulovaným experimentem s navýšením výroby o 30% se již dostaneme k průměrnému zpoždění výroby jeden měsíc od požadovaného termínu dodání (Obr. 37). Tato doba již není akceptovatelná z důvodů problémů ze strany odběratelů, kde takové zpoždění již vyvolává negativní ohlasy na kvalitu služeb a může způsobit rušení objednávek. Vytížení pracovišť na úzkých místech je opět velmi vysoké (Obr. 38). Doba čekání ve frontách překračuje jeden měsíc už na více pracovištích (Obr. 39). Při tomto nárůstu výroby se musí sáhnout k navýšení výrobních kapacit pracovišť



Obr. 37. Graf časů ukončení výroby pro model s dynamickými směny a navýšením výroby o 30%



Obr. 38. Graf průměrné doby čekání ve frontě pracoviště, dynamické směny a navýšení výroby o 30%



Obr. 39. Graf průměrné doby čekání ve frontě pracoviště, dynamické směny a navýšení výroby o 30%

Při jednoduchém vyhodnocení dopadů tohoto experimentu na statistické a ekonomické ukazatele vychází ještě 20% navýšení výroby přijatelně v porovnání se základním modelem (Tab. 2). Systém navíc dokázal zpracovat za stejnou dobu o 4% více objednávek než základní model. A to i přes navýšení jejich objemu! Cenou za zvýšení výroby tímto

postupem je vyšší vázání provozního kapitálu v rozpracované výrobě, proti základnímu modelu. Kritickými se stávají pracoviště *P15700 Vrtání*, *P15750 Broušení* a *P15678 Řezání*, kde již není prostor na další zvyšování výroby. Požadavky jsou sice uspokojeny, ale za cenu podstatně delšího čekání na zpracování.

Další navyšování objemu výroby se již neobejde bez investic do výrobních kapacit. Nejvíce potřebná se jeví investice do pracovišť *P15700 Vrtání*, *P15750 Broušení* a *P15678 Řezání* identifikovaných jako úzká místa již v předchozích modelech. Další úzké místo *P15705 Žihání* by se odstranilo navýšením směn a novými pracovníky.

Tab. 2. Vyhodnocení dynamického modelu při zvyšování výroby

	Vyrobena objednávek	Průměrná doba výroby [min]	Zlepšení proti základnímu modelu [min]	Nutný počet pracovníků
Základní model	8152	81774	0	100%
Navýšení výroby o 10%	8627	64638	17136	87%
Navýšení výroby o 20%	8421	80997	777	90%
Navýšení výroby o 30%	8160	103933	-22159	92%

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo vytvoření programu pro plánování, jeho ověření simulací na modelu výrobní linky a následné využití modelu k experimentům umožňujícím zvýšit propustnost výrobní linky.

Program pro plánování byl vytvořen a začleněn do stávajícího informačního systému dříve než byl hotový model výrobní linky. Proto již nemusel být ověřen pomocí simulace. Začlenění programu do informačního systému přineslo podstatně jednodušší a rychlejší vývoj, než kdyby se jednalo o samostatný program. Cenou za jednodušší vývoj je nutnost údržby programu v souladu se změnami v informačním systému. Pokud nedojde k radikální změně informačního systému, nebude ani údržba časově a finančně nákladnou záležitostí. Výhodou z uživatelského hlediska je jednotnost rozhraní a možnost spouštět program přes naplánované úlohy. Plánování výroby pomáhá zpřehlednit informace nejen pro výrobu, ale i pro další uživatele informačního systému bez nutnosti komunikace s výrobním úsekem.

Dalším bodem diplomové práce bylo vytvoření modelu pro simulační experimenty. Cílem bylo nalézt rezervy v systému a využít je ke zvýšení propustnosti výrobní linky. Velmi zajímavým se ukázal pokus, který nevyužíval kapacit výrobní linky pasivně, ale aktivně kapacity nastavoval podle aktuálních potřeb. Tento postup s řízením kapacit se ukázal použitelný jak při možném navýšení výroby, tak při jejím poklesu. Simulace ukázala alternativní cestu k plánovacímu programu při řešení problémů s výrobními kapacitami.

Simulace také nastínila směr vývoje úprav plánovacího programu. Plánovací program by měl sloužit nejen pro zaplánování výroby do pevně nastavených kapacit, ale měl by kapacity vhodně upravovat podle potřeb firmy. Proti simulaci má plánovací program výhodu v možnosti reagovat na vývoj výroby v celém čase plánování, nikoliv jen podle okamžitého stavu, jak bylo řešeno v simulačním experimentu s modelem výroby. V případě realizace úprav se podstatně navýší výpočetní čas nutný pro plánování. Zrychlení programu by mohla přinést paralelizace některých výpočtů při plánování, ta však není aktuální verzí informačního systému podporována.

CONCLUSION

Purpose of this thesis was to create a program for planning, program verification simulations to model the production line and then use the model to experiments allowing increased throughput of production lines.

Program planning was developed and incorporated into the existing information system before than was done the model production line. Therefore no longer needs to be verified by simulation. Integration of the information system has brought much easier and faster development than if it were a separate program. The price for this development is the need for simpler maintenance program in accordance with changes in the information system. If no radical change in the information system, maintenance will not be time-consuming and financially costly. The advantage of the user interface perspective, the uniformity and the ability to run the program through scheduled tasks. Production planning helps to clarify information not only for production but also for other users of the information system without the need for communication with the production.

Another point of this thesis was to develop a model for the simulation experiments. The goal was to find reserve in the system and use it to increase production line throughput. A very interesting experiment showed that the capacity of the production line didn't exploit passively, but adjusted actively according to actual needs. This process management capabilities with proven applicable to both the possible increase in output and in its decline. Simulations show an alternative path to the scheduling program to resolve problems with production capacities.

Simulations also outlined the direction of development planning program modifications. Planning program should serve not only planning production capacity to firmly set, but should properly adjust capacity to meet business needs. Against the simulation, the program has the advantage of opportunities to respond to changes in production throughout the time planning, not only as at the current state, as has been solved in the simulation experiment with model production. In case of realization adjustments significantly increased computational time required for planning. Acceleration of the program could bring parallelization of some calculations in the planning, but parallelization is not supported by the current version of the information system.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Solid Quality Learning. Microsoft SQL Server 2005:Základy databází. 1. vyd. Brno : Computer press a.s., 2007. 319 s. Krok za krokem. ISBN 978-80-251-1524-4.
- [2] HUMUSOFT s.r.o. : WITNESS Úvod do použití. 2006., 39 s.
- [3] MACDONALD, Mathew, SZPUSZTA, Mario. ASP.NET 2.0 a C#. 1. vyd. Brno : Zoner press, 2006. 1376 s. Encyklopedie. ISBN 80-86815-38-2.
- [4] TVRDÍKOVÁ, Milena. Zavádění a inovace informačních systémů ve firmách. 1. vyd. Praha : Grada Publishing a.s., 2000. 110 s. Systémová integrace. ISBN 80-7169-703-6.
- [5] MOLNÁR, Zdeněk. Efektivnost informačních systémů. 2. rozš. vyd. Praha : Grada Publishing a.s., 2001. 180 s. Management v informační společnosti. ISBN 80-247-0087-5.
- [6] MAREČEK , Petr. Virtuální simulace výroby aneb Digitální továrna. IT SYSTEMS. 2006, č. 9, s. 19-20. Dostupný z WWW:
<http://www.systemonline.cz/casopis-it-systems/obsah-it-systems-2006-9.htm>.
- [7] MOTAN, Pavel. Plánování výroby a obchod - cesta ke spolupráci. AUTOMA. 2009, roč. 10, 8-9, s. 78-79. Dostupný z WWW:
http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=39556.
- [8] Plánování podle typů výroby. IT SYSTEMS. 2010, 11, 1-2, s. 32-34. Dostupný také z WWW: <<http://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/planovani-podle-typu-vyroby.htm>>.
- [9] ILJA, Kraval. Server objektových technologií [online]. duben 2009 [cit. 2010-04-20]. Vyhledávání prvku actor a procesní modelování část 1. Dostupné z WWW: <<http://www.objects.cz/clanky/clanek61/clanek61.pdf>>.
- [10] ILJA, Kraval. Server objektových technologií [online]. duben 2009 [cit. 2010-04-20]. Vyhledávání prvku actor a procesní modelování část 2. Dostupné z WWW: <<http://www.objects.cz/clanky/clanek62/clanek62.pdf>>.

- [11] ILJA, Kraval. Server objektových technologií [online]. duben 2009 [cit. 2010-04-20]. Vyhledávání prvku actor a procesní modelování část 3. Dostupné z WWW: <<http://www.objects.cz/clanky/clanek63/clanek63.pdf>>.
- [12] ABRA Software a.s. - Informační systém ABRA [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.abra.eu/>>.
- [13] Profil společnosti řízení výroby dílen Provis s.r.o. [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.provis.cz/cs/profil-spolecnosti/>>.
- [14] Factory solutions [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.factory-solutions.com/english/ahp-leitstand/>>.
- [15] APERTUM.CZ - Informační systém pro vaši firmu [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.apertum.cz/>>.
- [16] Skupina OR [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.orcz.cz/www/www.nsf/index.html?OpenPage>>.
- [17] LOGIS - pokročilé plánování a řízení výroby [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.orcz.cz/www/www.nsf/index.html?OpenPage>>.
- [18] IFS - Industrials and Financials systems [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.ifsworld.com/cz/>>.
- [19] Infor Enterprise Software Solutions: Making Business Software Better [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.infor.com/>>.
- [20] K2 atmitec - Refresh! [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.k2atmitec.cz/>>.
- [21] Oracle 11g, Siebel, Sun, Peoplesoft [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.oracle.com/index.html>>.
- [22] Microsoft Corporation [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.microsoft.com/en/us/default.aspx>>.
- [23] SAP - Business Management Software Solutions Applications and Services [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.sap.com/index.epx>>.

- [24] MyWAC - Informační systém nové generace [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.mywac.cz/Uvod/default.asp>>.
- [25] Minerva focused on industry [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.minerva-is.eu/>>.
- [26] BERGHOF [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.psipenta.cz/>>.
- [27] Podnikový informační systém pro každou firmu - QI.cz [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.qi.cz/>>.
- [28] DATA SOFTWARE BRNO - informační systémy pro řízení dodavatelských řetězců [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.dsb.cz/>>.
- [29] Goldratt.cz [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.goldratt.cz/>>.
- [30] Technické výpočty, řídicí technika, simulace [online]. 2010 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.humusoft.cz/>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

APS	Pokročilé řízení a plánování výroby (Advanced Planning System).
BI	Systém pro podporu rozhodování (Business Intelligence).
CRM	Řízení vztahů se zákazníky (Customer Relationship Management).
EAM	Správa podnikových zdrojů (Enterprise Asset Management).
ERP	Podnikový informační systém (Enterprise Resource Planning).
IS	Informační systém (Information system).
JIT	Metoda řízení výroby „právě včas“ (Just in Time).
MES	Výrobní informační systém (Manufacturing Execution System).
MRP	Plánování výrobních zdrojů (Manufacturing Resource Planning).
SCM	Řízení dodavatelských řetězců (Supply Chain Management).
TOC	Teorie omezení (Theory of Constraints).

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Přehled požadavků na program plánování</i>	39
<i>Obr. 2. Firemní proces pro termín dodání objednávky</i>	44
<i>Obr. 3. Postup výroby podle plánu práce</i>	45
<i>Obr. 4. Postup při plánování výroby</i>	47
<i>Obr. 6. Use case diagram</i>	48
<i>Obr. 5. Přehled uživatelů systému</i>	48
<i>Obr. 7. Diagram aktivit pro fronty práce</i>	49
<i>Obr. 8. Sekvenční diagram pro fronty práce</i>	50
<i>Obr. 9. Fronta práce na pracovišti</i>	50
<i>Obr. 10. Diagram aktivit pro materiálové zabezpečení.....</i>	51
<i>Obr. 11. Diagram aktivit pro materiálové zabezpečení.....</i>	52
<i>Obr. 12. Diagram aktivit při plánování výroby</i>	53
<i>Obr. 13. Sekvenční diagram pro plánování výroby</i>	54
<i>Obr. 14. Diagram aktivit při nastavení předběžného termínu objednávky.....</i>	55
<i>Obr. 15. Sekvenční diagram při plánování výroby</i>	56
<i>Obr. 16. Sekvenční diagram pro statistiky.....</i>	57
<i>Obr. 17. Sekvenční diagram pro zadávání kapacit.....</i>	58
<i>Obr. 18. Plánování výroby ve webovém prohlížeči</i>	60
<i>Obr. 19. Podrobný plán pro pracoviště</i>	60
<i>Obr. 20. Zadávání celozávodních dovolených ve Witness</i>	64
<i>Obr. 21. Soubor pro načítání času vstupu</i>	65
<i>Obr. 22. Graf časů ukončení výroby pro základní model</i>	72
<i>Obr. 23. Graf vytížení pracovišť pro základní model</i>	72
<i>Obr. 24. Graf průměrné doby čekání ve frontě pracoviště, základní model.....</i>	73
<i>Obr. 25. Graf časů ukončení výroby pro model s navýšenými směny</i>	73
<i>Obr. 26. Graf vytížení pracovišť pro základní model</i>	74
<i>Obr. 27. Graf průměrné doby čekání ve frontě pracoviště, model s navýšenými směny</i>	75
<i>Obr. 28. Graf časů ukončení výroby pro model s dynamickými směny.....</i>	75
<i>Obr. 29. Graf vytížení pracovišť pro model s dynamickými směny.....</i>	76

<i>Obr. 30. Graf průměrné doby čekání ve frontě pracoviště, model s dynamickými směny</i>	77
<i>Obr. 31. Graf časů ukončení výroby pro model s dynamickými směny a navýšením výroby o 10%</i>	78
<i>Obr. 32. Graf vytížení pracovišť pro model s dynamickými směny a navýšením výroby o 10%</i>	79
<i>Obr. 33. Graf průměrné doby čekání ve frontě pracoviště, dynamické směny a navýšení výroby o 10%</i>	79
<i>Obr. 34. Graf časů ukončení výroby pro model s dynamickými směny a navýšením výroby o 20%</i>	80
<i>Obr. 35. Graf průměrné doby čekání ve frontě pracoviště, dynamické směny a navýšení výroby o 20%</i>	80
<i>Obr. 36. Graf průměrné doby čekání ve frontě pracoviště, dynamické směny a navýšení výroby o 20%</i>	81
<i>Obr. 37. Graf časů ukončení výroby pro model s dynamickými směny a navýšením výroby o 30%</i>	81
<i>Obr. 38. Graf průměrné doby čekání ve frontě pracoviště, dynamické směny a navýšení výroby o 30%</i>	82
<i>Obr. 39. Graf průměrné doby čekání ve frontě pracoviště, dynamické směny a navýšení výroby o 30%</i>	82

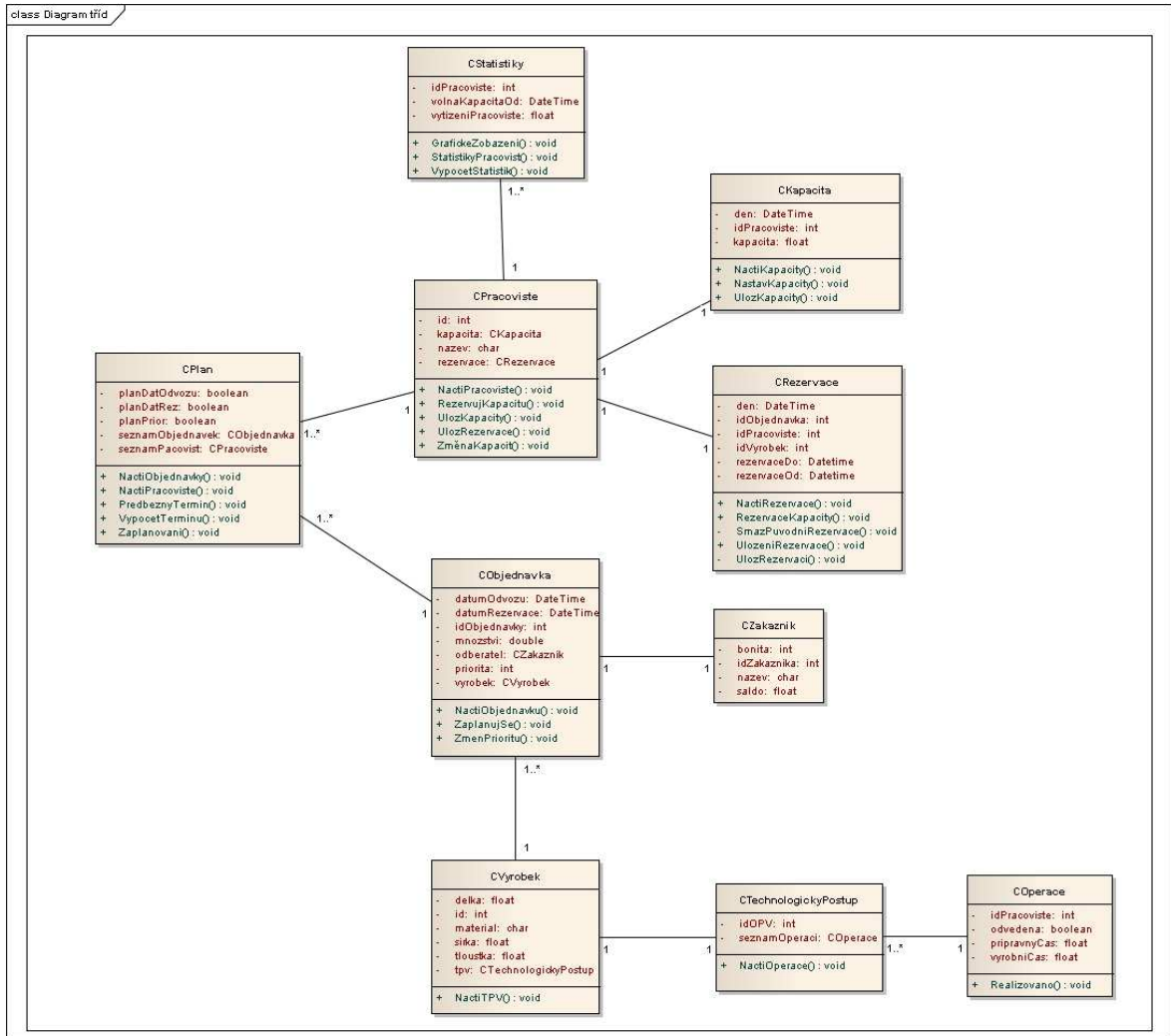
SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Vyhodnocení a porovnání modelů</i>	<i>77</i>
<i>Tab. 2. Vyhodnocení dynamického modelu při zvyšování výroby.....</i>	<i>83</i>

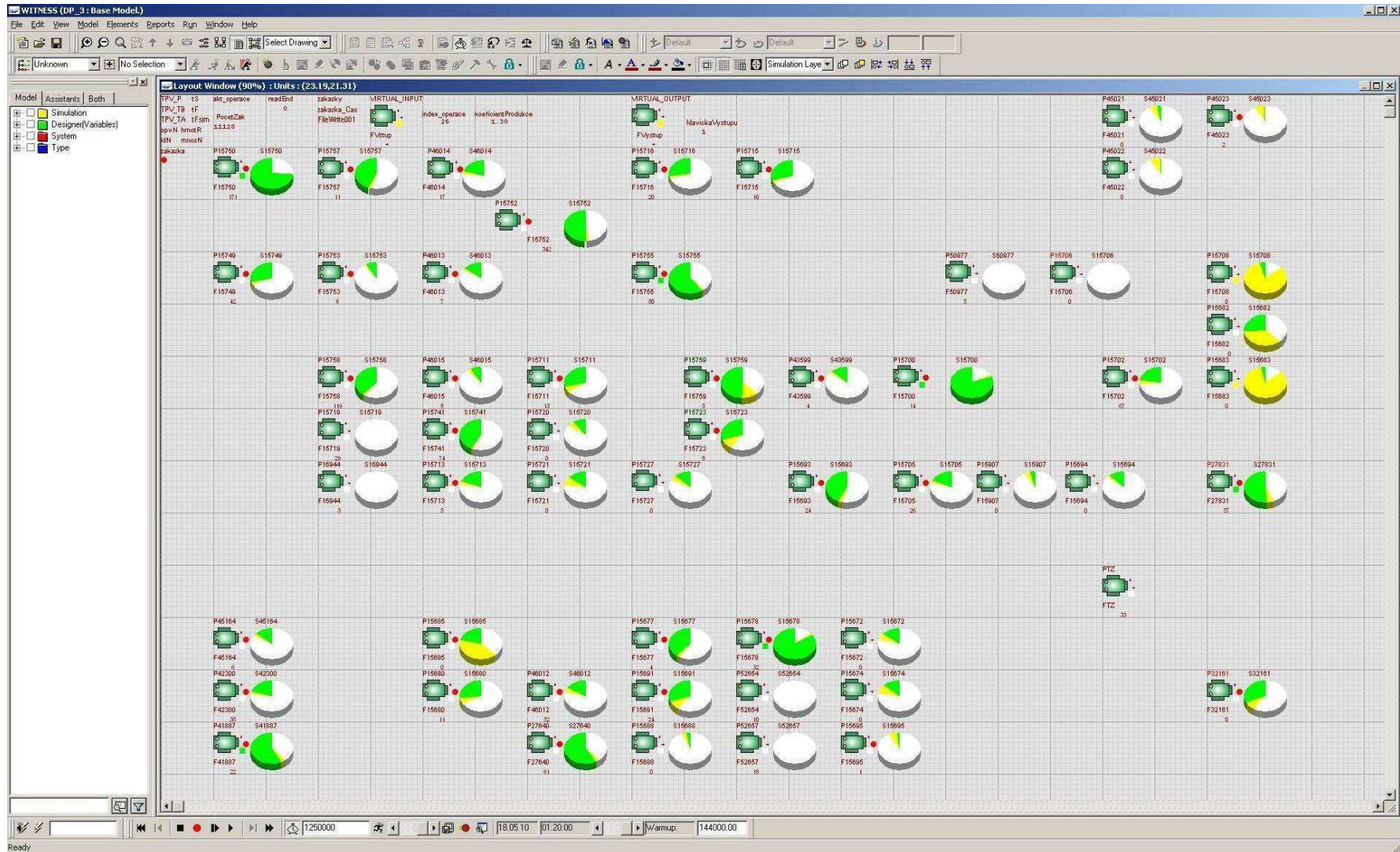
SEZNAM PŘÍLOH

- PŘÍLOHA P I:** TŘÍDY PROGRAMU PLÁNOVÁNÍ
- PŘÍLOHA P II:** OBRÁZEK MODELU LINKY VE WITNESS
- PŘÍLOHA P III:** SKRIPT PRO „OUTPUT TO...“ PRVKU MACHINE
- PŘÍLOHA P IV:** SKRIPT: *ACTION ON INPUT*
STROJ: *NASTAVENI_SMEN_DYNAMICKE*
- PŘÍLOHA P V:** SKRIPT: *ACTION ON INPUT*
STROJ: *NASTAVENI_SMEN_STATICKE*
- PŘÍLOHA P VI:** UKÁZKA Z PROGRAMU PRO PLÁNOVÁNÍ

PŘÍLOHA P I: TRÍDY PROGRAMU PLÁNOVÁNÍ



PŘÍLOHA P II: OBRÁZEK MODELU LINKY VE WITNESS



PŘÍLOHA P III: SKRIPT PRO „OUTPUT TO...“ PRVKU MACHINE

```
IF TPV_P (akt_operace) = 15660
  PUSH to F15660
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15661
  PUSH to F15661
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15662
  PUSH to F15662
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15663
  PUSH to F15663
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15664
  PUSH to F15664
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15672
  PUSH to F15672
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15674
  PUSH to F15674
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15677
  PUSH to F15677
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15678
  PUSH to F15678
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15680
  PUSH to F15680
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15682
  PUSH to F15682
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15683
  PUSH to F15683
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15685
  PUSH to F15685
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15688
  PUSH to F15688
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15691
  PUSH to F15691
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15693
  PUSH to F15693
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15694
  PUSH to F15694
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15695
  PUSH to F15695
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15700
  PUSH to F15700
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15702
  PUSH to F15702
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15705
  PUSH to F15705
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15706
  PUSH to F15706
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15708
  PUSH to F15708
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15711
  PUSH to F15711
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15713
  PUSH to F15713
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15715
  PUSH to F15715
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15716
  PUSH to F15716
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15719
  PUSH to F15719
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 15720
  .
  .
  .
ELSEIF TPV_P (akt_operace) = 52657
  PUSH to F52657
ELSE
  PUSH to Fvystup
ENDIF
```


PŘÍLOHA P IV: SKRIPT: ACTION ON INPUT

STROJ: NASTAVENI_SMEN_DYNAMICKE

```
=====
!Dynamicke smeny
!CAS SIMULACE 1 250 000
!WARMUP 144000
!Promenna S slouzi pro informaci o pridanych nebo ubraných smenach
=====
!P15678 AND P27640 - REZANI
=====
!
IF NPARTS (F15678) < 5
  S = -1
  SETSHIFT (P15678,Week_7Days_204.Sm_5x16)
ELSEIF NPARTS (F15678) < 15
  S = 0
  SETSHIFT (P15678,Week_7Days_203.Sm_5x24)
ELSE
  S = 0.6
  SETSHIFT (P15678,Week_7Days_104.Sm_7x24)
ENDIF
!
IF NPARTS (F27640) < 10
  S = S - 2
  SETSHIFT (P27640,Week_7Days_205.Sm_5x8)
ELSEIF NPARTS (F27640) < 20
  S = S - 1
  SETSHIFT (P27640,Week_7Days_204.Sm_5x16)
ELSE
  S = S - 0
  SETSHIFT (P27640,Week_7Days_203.Sm_5x24)
ENDIF
!
!POKUD JE CAS SIMULACE MENSI NEZ WARMUP ZMENY SMEN ME NEZAJIMAJI
!
IF TIME >= 144000
  WRITE FileWrite002 "Pocet smen rezani L",TIME,S
ENDIF
S = 0
=====
!P15674 AND P15677 REZANI MECHANICKE
=====
!
IF NPARTS (F15677) < 10
  S = S - 1
  SETSHIFT (P15677,Week_7Days_205.Sm_5x8)
ELSEIF NPARTS (F15677) < 20
  S = S + 0
  SETSHIFT (P15677,Week_7Days_204.Sm_5x16)
ELSE
  S = S + 1
  SETSHIFT (P15677,Week_7Days_203.Sm_5x24)
ENDIF
!
IF NPARTS (F15674) < 10
  S = S - 1
  SETSHIFT (P15674,Week_7Days_205.Sm_5x8)
ELSE
  S = S - 0
  SETSHIFT (P15674,Week_7Days_204.Sm_5x16)
ENDIF
IF TIME >= 144000
  WRITE FileWrite005 "Pocet smen rezani",TIME,S
ENDIF
S = 0
.
.
.
```

PŘÍLOHA P V: SKRIPT: ACTION ON INPUT

STROJ: NASTAVENI_SMEN_STATICKE

```
!=====
!po simulaci dynamických směn N U T N Ě spustit ZAKLADNI MODEL
!po ostatních simulacích se směnami je vhodné spustit nastavení ZAKLADNI MODEL
!skript nastaví směny podle nastavení kapacit pracovišť
!=====
!Zakladni model
!CAS SIMULACE 1 250 000
!WARMUP 144000
!=====
SETSHIFT (P15678,Week_7Days_203.Sm_5x24)
SETSHIFT (P27640,Week_7Days_203.Sm_5x24)
SETSHIFT (P15677,Week_7Days_204.Sm_5x16)
SETSHIFT (P15674,Week_7Days_206.Sm_5x11)
SETSHIFT (P27831,Week_7Days_203.Sm_5x24)
SETSHIFT (P15727,Week_7Days_205.Sm_5x8)
SETSHIFT (P15700,Week_7Days_203.Sm_5x24)
SETSHIFT (P43599,Week_7Days_205.Sm_5x8)
SETSHIFT (P15688,Week_7Days_205.Sm_5x8)
SETSHIFT (P15691,Week_7Days_207.Sm_5x20)
SETSHIFT (P15693,Week_7Days_203.Sm_5x24)
SETSHIFT (P15694,Week_7Days_205.Sm_5x8)
SETSHIFT (P46012,Week_7Days_204.Sm_5x16)
SETSHIFT (P46014,Week_7Days_210.Sm_5x9)
SETSHIFT (P42300,Week_7Days_204.Sm_5x16)
SETSHIFT (P41887,Week_7Days_203.Sm_5x24)
SETSHIFT (P45164,Week_7Days_205.Sm_5x8)
SETSHIFT (P15720,Week_7Days_205.Sm_5x8)
SETSHIFT (P15721,Week_7Days_204.Sm_5x16)
SETSHIFT (P15750,Week_7Days_203.Sm_5x24)
SETSHIFT (P15752,Week_7Days_203.Sm_5x24)
SETSHIFT (P15758,Week_7Days_204.Sm_5x16)
SETSHIFT (P15741,Week_7Days_204.Sm_5x16)
SETSHIFT (P15755,Week_7Days_203.Sm_5x24)
SETSHIFT (P15749,Week_7Days_204.Sm_5x16)
SETSHIFT (P15753,Week_7Days_208.Sm_5x3)
SETSHIFT (P15716,Week_7Days_204.Sm_5x16)
SETSHIFT (P15715,Week_7Days_206.Sm_5x11)
SETSHIFT (P15713,Week_7Days_206.Sm_5x11)
SETSHIFT (P15711,Week_7Days_204.Sm_5x16)
SETSHIFT (P15757,Week_7Days_204.Sm_5x16)
SETSHIFT (P46013,Week_7Days_209.Sm_5x12)
SETSHIFT (P46015,Week_7Days_204.Sm_5x16)
SETSHIFT (P15702,Week_7Days_204.Sm_5x16)
SETSHIFT (P15680,Week_7Days_204.Sm_5x16)
!=====
```

PŘÍLOHA P VI: UKÁZKA Z PROGRAMU PRO PLÁNOVÁNÍ

```
unit u_PCK_PlanSQL ;
//22.5.2009
//v 0.0.2. naplnění tabulek daty z planovani

uses u_PCK_PlanStructure, u_PCString,
     u_Zbo, u_dataM; //jen kvuli SQL ;

//globální proměnné kvuli SQL
var   sqlDM      : TD_ZBO;           //jen kvuli SQL
      memfSQL    : TMFile;          //jen kvuli SQL

#####
//funkce pro inicializaci memfilu a cistení pameti po skriptu
//#####
function CisteníPoSkriptu():Boolean;
begin
    sqlDM.Free;
end;

function IniSkript():Boolean;
begin
    sqlDM.CreateDM;                //jen kvuli SQL
    Result:=True;
end;

#####
//smazani tabulky [dbo].[_PracovisteVyuzitiTyden]
//#####
function SQLSmazTablePracTyden():String;
begin
    Result:='TRUNCATE TABLE [dbo].[_PracovisteVyuzitiTyden];' ;
end;

#####
//smazani tabulky [dbo].[_OPV]
//#####
function SQLSmazOPV():String;
begin
    Result:='TRUNCATE TABLE [dbo].[_OPV];' ;
end;

#####
//smazani tabulky [dbo].[_OPVOperace]
//#####
function SQLSmazOPVOperace():String;
begin
    Result:='TRUNCATE TABLE [dbo].[_OPVOperace];' ;
end;

#####
//vlozeni zaznamu do tabulky
//#####
function SQLVlozDoTab(sql:String):Boolean;
begin
    //pokud má sql dotaz rozumnou délkou pak ho pustím do DB
    if (Length(sql)>5) then RunSQLSelect(sqlDM.xFile, memfSQL, sql);
    Result:=TRUE;
end;
//#####
//funkce pro "SQL dotazy", vlozeni do ZaznamPracTyden
//#####
```

```

function SQLInsertZaznamPracTyden (pracID:Integer;
                                   pracZkr, pracNaz, pracNaz2:String;
                                   pracKG, week:Integer;
                                   weekS:String;
                                   kapacita, obsazeno, pozadavek:Double;
                                   korekce:Integer):String;

begin
  Result:='INSERT [dbo].[_PracovisteVyuzitiTyden] ' +
    '(' +
    ' [PracovisteID], [PracovisteZkr], [PracovisteNaz], ' +
    ' [PracovisteNaz2], [PracovisteKg], [Tyden], ' +
    ' [TydenPopis], [KapacitaNM], [ObsazenoNM], ' +
    ' [PozadavekNM], [KorekceNM] ' +
    ') ' +
    'VALUES (' +
    IntToStr (pracID) + ',' +
    StrToSQL (pracZkr) + ',' +
    StrToSQL (pracNaz) + ',' +
    StrToSQL (pracNaz2) + ',' +
    BoolToSQL (pracKG) + ',' +
    IntToStr (week) + ',' +
    StrToSQL (weekS) + ',' +
    FloatToSQL(kapacita) + ',' +
    FloatToSQL(obsazeno) + ',' +
    FloatToSQL(pozadavek) + ',' +
    IntToStr (korekce) +
    '); ';

end;

#####
//vytvoreni SQL do tabulky [dbo].[_PracovisteVyuzitiTyden]
#####
function SavePracovisteWeekSQL():Boolean;
var tmpSQL      : String;
begin
  tmpSQL:=SQLSmazTablePracTyden();
  //smaze puvodni data v tabulce
  PracovisteWeekMF.AktIndex:=0;
  PracovisteWeekMF.SetFirst;
  while PracovisteWeekMF.DoNext do
    begin
      tmpSQL:=tmpSQL +
        SQLInsertZaznamPracTyden(PracovisteWeekMF.PracovisteId,
                                  PracovisteWeekMF.PracovisteZkr,
                                  PracovisteWeekMF.PracovisteNaz,
                                  PracovisteWeekMF.PracovisteNaz2,
                                  PracovisteWeekMF.KGPracoviste,
                                  PracovisteWeekMF.Week,
                                  PracovisteWeekMF.WeekS,
                                  PracovisteWeekMF.KapacitaDNM,
                                  PracovisteWeekMF.ObsazenoDNM,
                                  PracovisteWeekMF.PozadavekDNM,
                                  PracovisteWeekMF.MMCorrect);

      //vlozi data do tabulky pokud je tmpSQL >10kB
      if (Length(tmpSQL)>10000) then
        begin
          SQLVlozDoTab(tmpSQL);
          tmpSQL:='';
        end;
    end;
  end;
end;

```