VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

ROZVRHOVÁNÍ V DISKRÉTNÍ VÝROBĚ

SHOP FLOOR SCHEDULING IN DISCRETE PARTS MANUFACTURING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE — Bc. LADISLAV VÁGNER

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — doc. Ing. SIMEON SIMEONOV, CSc.

SUPERVISOR

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Ladislav Vágner

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Výrobní stroje, systémy a roboty (2301T041)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Rozvrhování v diskrétní výrobě

v anglickém jazyce:

Shop Floor Scheduling in Discrete Parts Manufacturing

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Analýza problematiky systémů pro rozvrhování diskrétní výroby. Dekompozice a síťová prezentace problému rozvrhování.Návrh Job Planner.Naprogramování

Cíle diplomové práce:

1.Analýza problematiky systémů pro rozvrhování diskrétní výroby
2.Dekompozice a síťová prezentace problému rozvrhování
3.Návrh Job Planner
4.Naprogramování

Seznam odborné literatury:

REMBOLD, U. Computer Integrated Manufacturing and Engineering. Wokingham: Addison-Wesley, 1994, 640 s. ISBN 02-015-6541-2.

MOORE, Ron. Selecting the right manufacturing improvement tools: What tool? When?. Burlington: Butterworth-Heinemann, 2007, xxii, 390 s. ISBN 07-506-7916-6.

PINEDO, Michael L. Planning and scheduling in manufacturing services. New York: Springer Science, 2005, 506 s. ISBN 03-872-2198-0.

John Wiley and Sons, Inc.Brandimarte P., Villa A. Modeling manufacturing system: from aggregate planning to real-time control. Berlin: Springer, 1999, 215 s. ISBN 35-406-5500-X.

HARRISON, David K. Systems for planning and control in manufacturing: systems and management for competitive manufacture. 1st ed. Oxford: Newnes, 2002, xiv, 297 s. ISBN 07-506-4977-1.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Simeon Simeonov, CSc.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne 23.11.2014

L.S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.	doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Ředitel ústavu	Děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce analyzuje současný stav rozvrhování výroby ve výrobním podniku v automobilovém průmyslu. Popisuje nastavení systému k využití modulu *Pokročilé plánování výroby,* v programu Helios Orange, jež výrobní podnik používá. Práce představuje nový průběh zakázky společně s popsáním postupů pro ovládání tohoto modulu. Dále byly testovány dva klíčové kroky nového průběhu zakázky, a to automatické generování výrobních objednávek a následné rozvrhování výrobních dávek. V závěru diplomové práce je finanční zhodnocení úspor plynoucích z nového systému plánování a rozvrhování výroby.

KLÍČOVÁ SLOVA

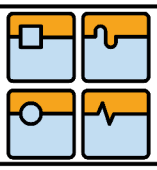
Rozvrhování výroby, Plánování výroby, Řízení výroby, ERP, MRP II, APS,

ABSTRACT

Master´s thesis analyses the current state of the production scheduling in a manufacturing company in the automotive industry. It describes the setup system management of the module *Advanced Production Planning* by Helios Orange program, which company uses. This thesis introduces a new process of order and describes procedures for control of this module. Two essential steps of this new process were tested – creation of production orders and scheduling of production batches. In the end of the master´s thesis there are estimated financial savings after the implementation of the new process production scheduling.

KEYWORDS

Production scheduling, Production planning, Production management, ERP, MRP II, APS



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

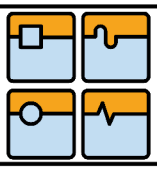
VÁGNER, L. *Rozvrhování v diskrétní výrobě*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 88 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Simeon Simeonov CSc..

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením doc. Ing. Simeona Simeonova CSc. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 28. května 2015 ……..……..

Ladislav Vágner



PODĚKOVÁNÍ

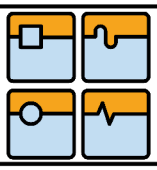
Tímto bych chtěl poděkovat za vedení mé diplomové práce docentu Simeonovi, dále zaměstnancům a vedení firmy Alba – Metal za jejich ochotu a možnost zpracovávat diplomovou práci z průmyslu. V neposlední řadě i svým rodičům, kteří mi umožnili vysokoškolské studium.

OBSAH

Úvod 12
1 Rozvrhování výroby 13
1.1 Rozvrhování hromadné výroby 13
1.1.1 Charakteristika rozvrhování hromadné výroby 14
1.2 Rozvrhování sériové výroby 14
1.2.1 Základní problémy rozvrhování sériové výroby 14
1.2.2 Velikost výrobní dávky 14
1.2.3 Optimalizace velikosti výrobní dávky 15
1.3 Rozvrhování kusové výroby 17
1.3.1 Základní problémy rozvrhování kusové výroby 17
2 Systémy pro plánování a rozvrhování výroby 18
2.1 ERP Systémy 18
2.1.1 Historie ERP systémů 18
2.1.2 Charakteristika ERP systémů 18
2.2 Material Requirement Planning (MRP) 19
2.2.1 Aktualizace systému MRP 20
2.2.2 Výstupy z MRP 21
2.3 Manufacturing Resource Planning (MRP II) 22
2.3.1 Aspekty využití MRP II 23
2.3.2 Hlavní výrobní plán 24
2.3.3 Hrubé kapacitní plánování 25
2.3.4 Jemné kapacitní plánování 25
3 Metody řízení, plánování a rozvrhování výroby 27
3.1 Optimized Production Technology (OPT) 27
3.1.1 Principy plánovacích algoritmů OPT 27
3.1.2 Struktura OPT 27
3.1.3 Výhody a kritické faktory OPT 28
3.2 Drum Buffer Rope (DBR) 29
3.3 Just In Time (JIT) 29
3.3.1 Základní součásti JIT 31
3.4 Kanban 33
3.5 Princip supermarketu 34
3.6 Lean production 34
3.6.1 Plánovací princip pull 35
3.6.2 Princip zamezení plýtvání 35

3.6.3 Princip nepřetržitosti 36
3.6.4 Princip zaměření se na podstatné aktivity a klíčové schopnosti 36
4 Pokročilé systémy pro plánování a rozvrhování výroby 38
4.1 Computer Integrated Manufacturing (CIM) 38
4.2 Advanced Planning and Scheduling (APS) 38
4.2.1 Koncepty APS 39
4.2.2 Algoritmy APS 40
4.2.3 Moduly APS systémů 41
4.2.4 Systémy řízení zásob pomocí APS 42
5 Historie firmy Alba - Metal 44
6 Popis stávajícího stavu 45
6.1 Úsek logistiky 45
6.1.1 Zpracování objednávek 45
6.1.2 Zpracování expedičních příkazů 46
6.1.3 Zpracování výrobních příkazů 46
6.2 Úsek výroby 47
6.2.1 Odvádění výroby 47
7 Nastavení vstupních dat pro rozvrhování výroby 48
7.1 Výrobní zdroje 48
7.1.1 Číselník strojů 48
7.1.2 Číselník pracovišť 49
7.2 Kalendář 51
7.3 Strojní časy 51
7.3.1 TBC – přípravný čas 52
7.3.2 TAC – jednicový čas 52
7.4 Minimální výrobní dávka 52
7.5 Minimum a maximum skladových zásob 53
7.6 Nastavení řady výrobních příkazů 53
7.6.1 Nastavení záložky *Pořízení příkazu* 53
7.6.2 Nastavení záložky *Předzpracování příkazu* 54
7.6.3 Nastavení záložky *Zadání příkazu do výroby* 54
8 Nový průběh zakázky – úsek logistiky 56
8.1 Tvorba expedičního příkazu 56
9 Nový průběh zakázky - generování výrobních objednávek 58
9.1 Požadavky skladu 58
9.1.1 Nastavení Parametrů 1 58

9.1.2 Nastavení Parametrů 2 59
9.2 Požadavky z dokladů 59
9.3 Výrobní plán 60
9.3.1 Zaplánování do výroby 60
10 Nový průběh zakázky - Pokročilé plánování výroby 63
10.1 Načtení nových výrobních požadavků 63
10.1.1 Kompletní přepočet rozvrhu výroby 63
10.1.2 Načtení výrobních příkazů v Ganttově diagramu 64
10.2 Dávky kapacitního plánu 65
10.3 Diagram pracovišť 66
10.3.1 Možnosti zobrazení 66
10.3.2 Hledání 67
10.3.3 Editovací mód 67
10.3.4 Rozdělení výrobní dávky 68
10.3.5 Maska úkolů 69
10.4 Sumační diagram pracovišť za období 69
10.5 Sumační diagram pracovišť za dny 70
10.6 Diagram úkolů 70
10.6.1 Důvody posunu výrobního příkazu 71
11 Nový průběh zakázky – Výroba 72
11.1 Tisk výrobních příkazů 72
11.2 Nové workflow 73
12 Testování systému 74
12.1 Testování generování výrobních objednávek 74
12.1.1 Test generování výrobních objednávek 1 74
12.1.2 Test generování výrobních objednávek 2 74
12.1.3 Test generování výrobních objednávek 3 75
12.2 Testování rozvrhování výrobních dávek 75
12.2.1 Testování rozvrhování výrobních dávek 1 76
12.2.2 Testování rozvrhování výrobních dávek 2 77
12.2.3 Testování rozvrhování výrobních dávek 3 77
12.2.4 Testování rozvrhování výrobních dávek 4 78
12.3 Zhodnocení systému 80
13 Finanční zhodnocení 81
13.1 Materiálové úspory 81
13.2 Mzdové úspory 82



Závěr 83
Seznam použitých zkratek a symbolů 87

ÚVOD

Diplomová práce na téma Rozvrhování v diskrétní výrobě je uvedena rešeršní částí dané problematiky. Práce řeší rozvrhování výroby konkrétního výrobního podniku dodávajícího výrobky pro automobilový průmysl. Nejprve bylo potřeba analyzovat současný stav řízení, plánování a rozvrhování výroby. Během této analýzy byl zjištěn velmi neuspokojivý stav rozvrhování výroby. Po prozkoumání modulového vybavení zavedeného firemního ERP systému bylo rozhodnuto využít zakoupený, ovšem nevyužitý modul Pokročilého plánování výroby. V práci je popsáno nastavení vstupních dat pro využití tohoto modulu společně s popisem ovládání využitelných funkcí pro zavedení a používání v plánování a rozvrhování výroby. Kritické zautomatizované procesy generování výrobních objednávek a rozvrhování výrobních dávek byly otestovány. Na závěr práce je uvedeno finanční zhodnocení zavedení nového systému rozvrhování výroby.

1 ROZVRHOVÁNÍ VÝROBY

Rozvrhování výroby (scheduling) se zaobírá stanovením časového harmonogramu využití jednotlivých druhů výrobních zdrojů. Především se jedná o synchronizaci práce strojů, zařízení a lidské práce. Rozvrhování je základem řízení provozu nejen výrobních organizací, ale i dalších organizačních struktur. Při projektování výrobních systémů stojí tvorba výrobních rozvrhů na konci rozhodovacích řetězců. Dříve než začne být vytvářen výrobních rozvrh, mělo by být zcela jasno v předřazených otázkách kapacity rozvrhovaného výrobního systému, výběru jeho zařízení, konstrukci výrobku a v neposlední řadě by měli být zapracováni příslušní operátoři strojů.

Jak je patrné, rozhodování nad sestavováním konkrétních výrobních a provozních rozvrhů souvisí s mnoha dalšími rozhodnutími, což v prostředí špatně organizované spolupráce značně omezuje a komplikuje rozsah i šíři výsledku. Výrobní rozvrh je ve své podstatě problém zvládnutí střetu několika protichůdných tendencí při krátkodobém dosažení určité rovnováhy. Tuto rovnováhu hledáme na jedné straně mezi efektivním využitím personálu, zařízení a materiálů, na straně druhé v minimalizaci času čekání zákazníka přesně na jeho výrobek a v minimalizaci rozpracované výroby i zásob.

Úkoly výrobních rozvrhů se liší v závislosti na výrobním množství v systémech hromadné, nebo naopak kusové výroby. [3]

1.1 ROZVRHOVÁNÍ HROMADNÉ VÝROBY

Hromadná výroba je technicky nejvyspělejší a zároveň ekonomicky nejrentabilnější z důvodu možnosti dosáhnutí nejvyšší produktivity. Hromadná výroba je charakteristická potřebou zvlášť přesné alokace, neboli přidělení pracovní zátěže jednotlivým pracovištím. Standardizované výrobní zařízení a standardizované výrobní aktivity mají systematicky provázet výrobek. Vyplatí se předem pokud možno vše pečlivě připravit. Hladký výrobní tok tohoto typu je charakteristický zvlášť vysokým stupněm využívání všech zdrojů. Typická hromadná výroba je v angličtině označována taky jako systém toku – flow system.

Protože se v hromadné výrobě každá činnost mnohokrát opakuje, vyplatí se vše co nejlépe připravit. Rozvrhování vysoce specializovaného zařízení se děje v tzv. předvýrobních etapách, ve kterých se výrobní systémy projektují dle předem určených časových harmonogramů.

Projektováním výrobního systému hromadné výroby se v podstatě rozumí sestavování výrobních linek. V linkách se pracovní úkony dělí do jednoduchých sérií synchronizovaných pracovních úkolů. Synchronizovaně se také nakupuje, vyrábí, transportuje a prodává.

Velmi pracné rozvrhování dnešních hromadných výrob ale není bez problémů. Dnešní zákazník je zvyklý si poručit nejrůznější modifikace finálních úprav produkovaných výrobků. Stále se řeší nečekané situace. A proto dnešní výrobní linky a jejich personál musí být velmi flexibilní. V dnešní době se zintenzivňují inovační cykly, čili rytmus výzkumu, vývoje, konstrukce, následné výroby a podpory prodeje. [3]

1.1.1 CHARAKTERISTIKA ROZVRHOVÁNÍ HROMADNÉ VÝROBY

- **Nízké náklady a vysoká produktivita** celého výrobního systému. Vše záleží především na kvalitě konstrukce výrobku a promyšlenosti všech technologických předpisů. V hromadné výrobě se každá změna k lepšímu velmi vyplatí.
- **Preventivní údržba** jistí plynulý chod masivní produkce a minimalizuje možnost vzniku poruch.
- **Rychlé opravy a seřizování**, které vyžadují vysoce kvalifikované specialisty a značné výdaje preventivních výměn dílů.
- **Potřeba optimálního sortimentu produkovaných výrobků** nutí k používání optimalizačních metod pro stanovení výrobního pořadí, jednotlivých výrobních charakteristik (výrobních dávek apod.)
- **Minimální problémy s kvalitou**.
- **Spolehlivost a synchronizace práce všech dodavatelů**. Každý výpadek subdodávky vede k překročení nákladových limitů a poruchám produktivity. [3]

1.2 ROZVRHOVÁNÍ SÉRIOVÉ VÝROBY

Výrobní systémy sériové výroby se nalézají na hranici mezi zcela standardizovanými hromadnými výrobními systémy a permanentními improvizacemi kusové výroby. Sériová výroba bývá velmi závislá na požadavcích mimořádně důležitého a většinou konkrétního zákazníka, který si je dobře vědom svého důležitého významu. Stejně jako systémy hromadné výroby i sérová výroba se snaží produkovat co nejvíce standardizované výstupy. U sériové výroby se díky menší poptávce nevyplatí natolik vysoký stupeň pracné standardizace výstupu, a tak nebývá dosahováno efektivnosti jako u hromadné výroby. Aby se v sériové výrobě využilo výrobní zařízení, je poměrně často třeba umět přecházet u výroby jednoho výrobku na druhý. Mluvíme o sériovém výrobním procesu, který probíhá přerušovaně, i když alespoň v relativně velkých výrobních dávkách. [3]

1.2.1 ZÁKLADNÍ PROBLÉMY ROZVRHOVÁNÍ SÉRIOVÉ VÝROBY

Rozvrhování sériové výroby se potýká se třemi základními problémy:

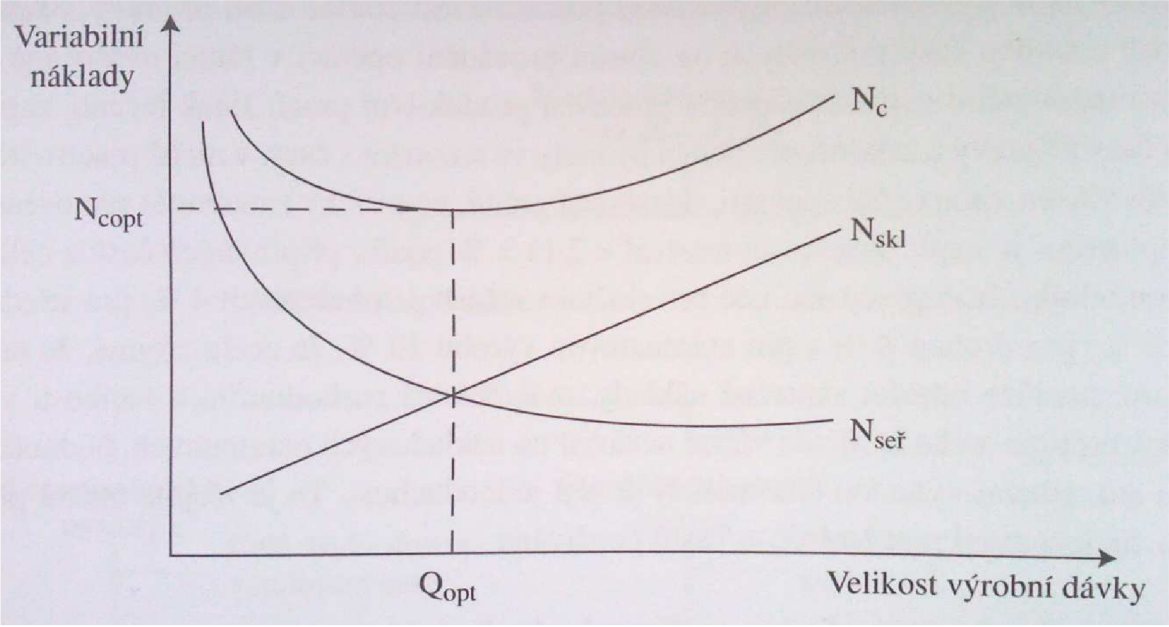
- Velikost výrobních dávek
- Načasování výroby těchto dávek
- Pořadí jejich výroby [3]

1.2.2 VELIKOST VÝROBNÍ DÁVKY

Výrobní dávka je množství výrobků, které jsou současně do výroby zadávány nebo z výroby odváděny, jsou opracovávány v těsném časovém sledu nebo současně, a to na určeném pracovišti a jednorázovým konstantním vynaložením nákladů na přípravu a zakončení příslušné operace. Výrobní dávka je jednotkou evidence v rámci operativní evidence výroby. Znamená to, že je na dávku vydáván společně výchozí materiál a polotovary, jako celek je evidována v průběhu výroby i při odvádění na mezisklad či na sklad hotových výrobků. Pojem výrobní dávka je třeba oddělit od pojmu série, která představuje řadu výrobků jednoho provedení a je zpravidla tvořena více výrobními

dávkami. Efektivní velikost výrobní dávky je dána kompromisem mezi racionálními požadavky na:

- Zvyšování velikosti výrobní dávky jako snižování fixních nákladů (nákladů na přípravu a zakončení výroby), zvyšování produktivity práce, zjednodušení operativního řízení výroby.
- Snižováním velikosti výrobních dávek jako opatření proti zvyšování nákladů na skladování součástí a dílů, zvyšování vázanosti obratového kapitálu, zvyšování vázanosti výrobních a manipulačních ploch, prodlužování průběžné doby výroby, snižování odolnosti výroby proti změnám a poruchám. [4]



Obr. 1 Optimální velikost výrobní dávky [2]

Legenda k obrázku 1:

- N_c - celkové variabilní náklady
- N_{skl} - variabilní náklady plynoucí z udržování zásob
- $N_{seř}$ - variabilní náklady plynoucí ze seřizování
- Q_{opt} - optimální velikost výrobní dávky
- N_{copt} - optimum celkových variabilních nákladů

1.2.3 OPTIMALIZACE VELIKOSTI VÝROBNÍ DÁVKY

KAPACITNÍ PŘÍSTUP

Kapacitní přístup ke stanovení velikosti výrobních dávek vychází z předpokladu, že cílem by mělo být dosažení přijatelného poměru mezi sumou časů přípravy a zakončení operací a sumou časů potřebných na vlastní provádění operací v rámci uvažované dávky a tím i rozumného vytížení kapacity pracovišť produktivní prací. Jednodušeji řečeno, neproduktivní časy přípravy a zakončení operací by měli ve srovnání s časy, v nichž pracoviště uskutečňují vlastní zpracování součástí, dosahovat určité, empiricky stanovené

výše. Za optimální je považován interval 2 – 12 % podílu přípravných časů z celkového disponibilního času pracovišť dle tohoto rozdělení:

- 4% - složité součásti
- 5% - středně složité součásti
- 8% - drobné součásti
- 10% - součásti vyráběné na automatech

Je zřejmé, že taková empirie nemůže odrážet skutečné náklady, ovlivňované rozhodnutím o velikosti výrobní dávky, protože rozhodnutí zde vůbec nezávisí na nákladových parametrech, hodnotě materiálu atd. Hlavní výhodou této metody je její jednoduchost, což je zřejmě hlavní příčinou jejího častého používání v praxi.

NÁKLADOVÝ PŘÍSTUP

Nákladový přístup je založen na hledání minima matematicky formulované nákladové funkce, při němž je součet ovlivnitelných, většinou pouze vybraných, nákladových položek minimální. Obecně se hledá extrém nákladové funkce ve tvaru [2]:

$$N_c = f(Q) \tag{1}$$

N_c - variabilní náklady výrobku
Q - výrobní dávka

Nulováním derivace [2]:

$$\frac{d(N_c)}{d(Q)} = 0 \tag{2}$$

Za předpokladu, že druhá derivace této funkce je kladná, lze nalézt extrémní hodnotu Q, pro níž nákladová funkce N_c nabývá minima. Tímto postupem je například odvozen následující vzorec pro stanovení optimální výrobní dávky [2]:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 * N_{seř} * s}{N_{skl}}} \tag{3}$$

Q_{opt} - optimální výrobní dávka
$N_{seř}$ - náklady přípravy a zakončení výrobní dávky
N_{skl} - náklady na udržování jednotky zásob za jednotku času, které jsou dány jednak přímými variabilními náklady na výrobu součásti (materiál, energie, mzdy atd.), tak i skladovacími náklady
s - spotřeba v kusech za jednotku času (týden, měsíc)

1.3 ROZVRHOVÁNÍ KUSOVÉ VÝROBY

Posledním typem výroby je výroba kusová, která se samozřejmě od výroby hromadné a sériové rozvrhuje odlišně. V kusové výrobě jsou výrobky vyráběny přímým způsobem, na speciální objednávku zákazníka, kdy se jednotlivé objednávky mohou co do technických i organizačních požadavků značně lišit. Různé mohou být seřizovací časy, potřebný materiál i operační časy, což jsou všechno okolnosti, které ovlivňují rozhodování o výrobním pořadí. Vysoká variabilita brání užití komplexních optimalizačních postupů, které jsou často náročné jak časově, tak i finančně. Výrobní situace v kusové výrobě se často a navíc radikálně mění. Z tohoto důvodu se ve většině případů kusové výroby nevyplatí sestavovat přesný individuální výrobní rozvrh.

Je však třeba rozlišovat běžnou kusovou výrobu a projektové řízení velmi vývoje složitého výrobku. Při rozvrhování kusové výroby se vychází z rozvrhů rámcových, které mají zabránit vzniku „časových překvapení“. Rámcové rozvrhy jsou podobné projektovému řízení vývoje nového výrobku. Produktivita průmyslové kusové výroby zpravidla nebývá vysoká i přes použití rámcových rozvrhů. Ani intenzivní a kvalifikovaná práce konstruktérů a technologů nebývá využívána efektivně, jelikož se často tito odborníci musejí podílet přímo na výrobním procesu, kde není využito jejich plného tvůrčího potenciálu. Kvůli neustálé improvizaci plynoucí z vysoce individuálních nároků zákazníka se však v mnohých případech výrobní proces bez přímé účasti technologů a konstruktérů bohužel neobejde. V dnešní době, kdy si je zákazník dobře vědom svého nezastupitelného postavení, nastává problém s dostatečným oceněním kusové výroby. [3]

1.3.1 ZÁKLADNÍ PROBLÉMY ROZVRHOVÁNÍ KUSOVÉ VÝROBY

Rozvrhování kusové výroby řeší tyto velmi složité otázky:

- Jak rovnoměrně rozdělit práci mezi pracoviště?
- Jaké stanovit pořadí prací?
- Jak zvýšit rentabilitu prácí? [3]

2 SYSTÉMY PRO PLÁNOVÁNÍ A ROZVRHOVÁNÍ VÝROBY

2.1 ERP SYSTÉMY

ERP – Enterprise Resource Planning v překladu plánování podnikových zdrojů.

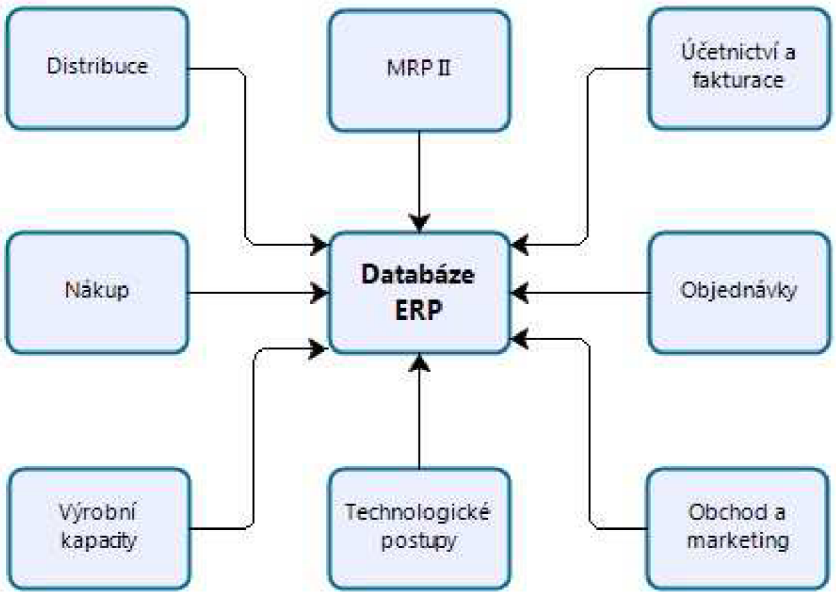
2.1.1 HISTORIE ERP SYSTÉMŮ

V šedesátých letech dvacátého století podniky jako Toyota, nebo IBM začaly vyvíjet a nasazovat celopodnikové informační systémy. Tyto systémy sledovaly především stav zásob a skladů. V sedmdesátých letech pak společnost IBM vyvinula systém pro řešení materiálového plánování výroby MRP (Material Requirements Planning). V osmdesátých letech byl vyvinut systém MRP II (Manufacturing Resources Planning), který oproti MRP integroval i výrobní činnosti podniku. Na začátku devadesátých let se objevují první komplexnější ERP systémy, jak jsou známy dnes. Postupně zahrnují většinu firemních procesů a některé z nich, dříve vykonávané zaměstnanci, automatizují. Tyto systémy již nejsou vytvářeny pouze pro vlastní potřebu podniku, ale začínají být nabízeny jako komerční zboží. Analýza firemních procesů a implementace ERP systémů přinášejí podnikům zefektivnění chodu organizace, čili vyšší konkurenceschopnost. Také díky klesajícím cenám informačních technologií trh s ERP systémy každoročně roste. V novodobé éře ERP systémy organizují zejména technickou stránku produkce podniků, navíc přidávají provázanost s účetnictvím a hlavně s kapacitním plánováním. Příchod internetu přináší možnost opuštění hranic jednoho podniku a umožňuje komunikovat i se systémy dalších organizací. Poměrně snadno se tak otevírá možnost propojení například více poboček dané organizace prostřednictvím jednoho celopodnikového informačního systému. Vývoj integrovaného softwarového řešení ERP systémů urychluje také architektura klient/server, jenž podporuje zpracování dat v jednom místě uložení – serveru. S dalším rozvojem dochází ke zkvalitňování interface, čímž se systémy stávají snadněji ovladatelnými a přístupnějšími většímu počtu uživatelů. Současná komerční řešení nabízejí rozsáhle možnosti konfigurace, která je dána možností přidávání jednotlivých modulů od řízení zásob, až po řízení vztahů s dodavateli. Tato rozmanitost však spolu nese i možnost zvýšené nákladovosti danou dílčí modifikací kódu programu. [6] [7]

2.1.2 CHARAKTERISTIKA ERP SYSTÉMŮ

ERP systémy představují softwarové nástroje používané k řízení podnikových dat. Tyto systémy pomáhají podnikům v oblasti dodavatelského řetězce, příjmu materiálu, skladového hospodářství, přijímání objednávek od zákazníků, plánování a řízení výroby, expedice zboží, účetnictví, řízení lidských zdrojů a v dalších podnikových procesech. Tyto procesy se snaží obsáhnout procesy celého podniku. Jsou tedy projektovány s cílem obsáhnout celou řadu programů, které uspokojují informační potřeby jednotlivých oddělení podniku, které sdílí stejnou architekturu a datovou základnu. Tímto je odstraněna datová nekonzistence v případě, že by každé oddělení mělo svůj vlastní systém s odlišnou architekturou. Pro ERP systémy je typické, že ačkoli jsou dodávány jako hotový balík programů, je nutné je dále upravovat a přizpůsobovat požadavkům zákazníka. Tento proces implementace systému probíhá většinou na základě analýzy požadavků uživatelů a obvykle představuje jednu z klíčových částí celého zavádění systému v podniku. ERP systémy mají modulární strukturu. Modulů je značné množství, ovšem jen málokterý

zákazník využije veškeré nabízené moduly, neboli zakoupí pouze pro něj moduly potřebné. [5] [6]



Obr. 2 Struktura ERP systému [2]

2.2 MATERIAL REQUIREMENT PLANNING (MRP)

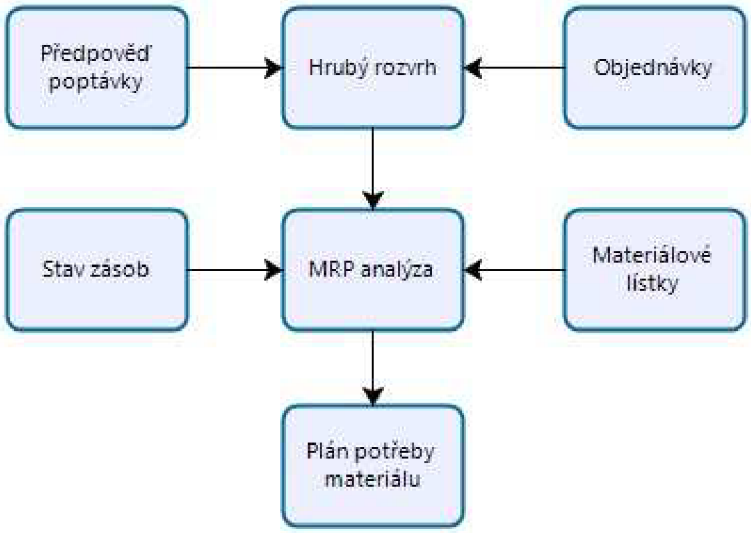
MRP (plánování materiálních požadavků) je koncept vyvinutý počátkem 60. let v USA. Dosažené úspěchy v mnoha podnicích svědčí o prospěšnosti používání systémů MRP, avšak za předpokladu znalosti podstaty jejich fungování. Podstatou systému MRP je nahrazení do té doby všeobecně využívaného řízení zásob dle norem efektivnějším způsobem, který se zakládá na adresném objednávání materiálu podle skutečných potřeb výroby, kde přesné informace jsou zpracovány prostředky výpočetní techniky. Rychlý rozvoj MRP začal transformací výrobního plánu, určeného vyráběným množstvím finálních výrobků, do konkrétních požadavků dílčích pracovišť. To MRP rozepisuje stále, transformuje základní informace, například o potřebě nezbytných kapacit, materiálů, lidí a surovin, pro výrobu dílů montážních skupin. Pomocí průběžných dob výroby určuje kterým pracovištěm, kdy a kolik má čeho procházet. Východiskem pro výpočet plánu potřeby materiálu (analýzu MRP) jsou tyto vstupy:

- Kusovník
- Hlavní plán výroby
- Stav disponibilních zásob

Výpočty analýzy MRP jsou poměrně jednoduché, příslušné výpočtové moduly jsou součástí programových systémů pro řízení výroby. MRP tedy dává odpověď na tři základní otázky:

- Co je potřeba?
- Kolik je toho potřeba?
- Kdy to potřebujeme?

Reálně lze předpokládat, že při aplikaci MRP ve srovnání se systémy bez plánování materiálních požadavků, téměř vždy dojde ke snížení objemu vázaných oběžných prostředků a rovněž ke snížení nákladů na pořizování a udržování zásob, což je hlavní výhoda tohoto systému. Nevýhoda spočívá v tom, že plánování je zde uskutečněno podle informací vycházejících pouze z hrubého rozvrhu výroby, že se nebere v úvahu skutečný průběh výroby, kdy při případných odchylkách od plánu dochází ke zvyšování zásob. Zřejmě z těchto důvodů byl MRP postupně přepracován do podoby s uzavřenou informační smyčkou, kdy jsou objednávky materiálu do určité míry korigovány na základě skutečného průběhu výroby a výše uvedené problémy s MRP z části vyřešeny. Výkonnost celého systému do velké míry záleží na přesnosti a aktuálnosti vkládaných dat. Špatná data nemohou vést k bezchybným výsledkům. Systém je účinným pomocníkem, pokud vstupy odpovídají realitě. [2] [3]



Obr. 3 Struktura MRP [2]

2.2.1 AKTUALIZACE SYSTÉMU MRP

Existují dva základní přístupy k aktualizaci systému MRP:

DÁVKOVÝ PŘÍSTUP

Shromažďuje všechny změny (příkazy, úpravy rozvrhů), jež se objeví během stanoveného časového intervalu. Na konci intervalu je systém aktualizován. Hodí se pro stabilní výrobní systémy, protože nevýhodou je zpoždění mezi vstupní informací a reakcí v plánu materiálových požadavků.

PRŮBĚŽNÝ PŘÍSTUP

Modifikuje výrobní rozvrh průběžně, jakmile se objeví změna. Hodí se pro málo stabilní výrobní systémy, kde je nutno reagovat rychle na změny. Ty lze snížit modifikací, kdy jsou minoritní změny vkládány periodicky. Ihned se vkládají jen hlavní změny. Velkou výhodou je možnost rychlého přenosu důležitých informací vedení podniku. [3]

2.2.2 VÝSTUPY Z MRP

Je třeba počítat s tím, že systémy MRP se neustále zdokonalují a s výpočetní technikou rozvíjejí. Měly být schopny poskytnout široké spektrum důležitých informací, jakož jsou přehledy, plány a rozvrhy. Mezi těmito výstupy se vyplatí rozlišovat primární a sekundární výstupy.

PRIMÁRNÍ VÝSTUPY

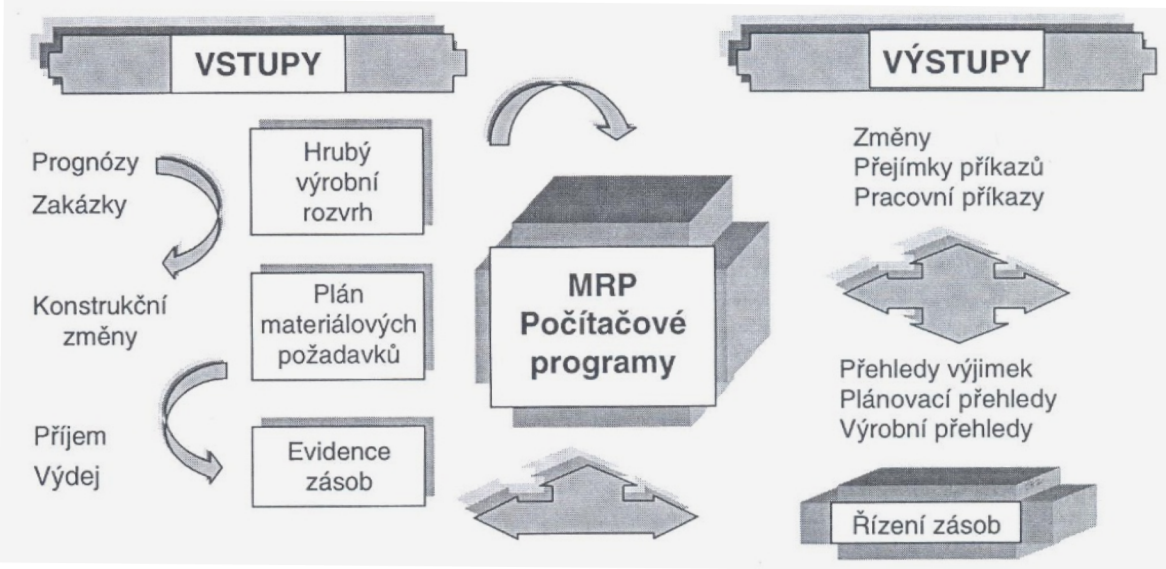
Týkají se především plánování výroby a řízení výrobních zásob.

- **Pracovní příkazy** - identifikují načasování budoucích zakázek
- **Přejímky příkazů** - autorizují vykonání plánovaných příkazů
- **Změny plánovaných příkazů -** ty dávají přehled o změnách dat, způsobených například zrušením pracovního příkazu.

SEKUNDÁRNÍ VÝSTUPY

Umožňují například kontrolu procesu plánování a kontrolu kvality provedených prací.

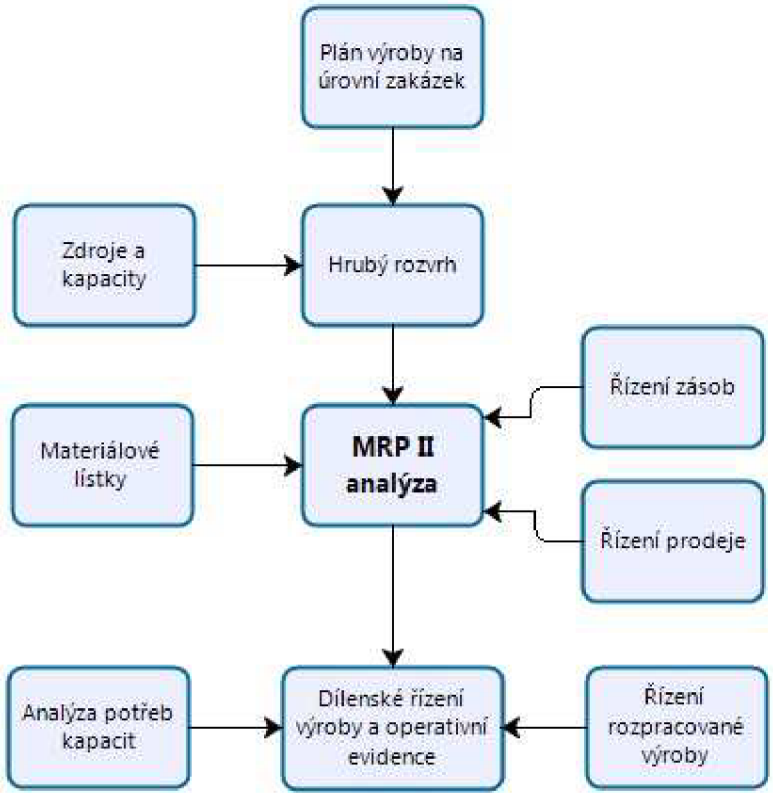
- **Výrobní přehledy** – používají se pro kontrolu, regulaci a hodnocení výrobního systému. Pomáhají v hledání priorit. Měří odchylky od plánů, umožňují nalézání zpožděných či „zatoulaných“ zakázek, skladových nedostatků a hlavně pomáhají stanovit skutečné náklady výroby.
- **Plánovací přehledy** – jsou užitečné při forecasting, neboli předpovídání budoucích materiálových požadavků, při nákupu a pro redukci výrobních zásob.
- **Přehledy výjimek** – věnují pozornost hlavním neočekávaným disproporcím, evidují zdržené příkazy, přebytky, nepřesnosti i závady, jakou jsou třeba neexistující díly.



Obr. 4 Vstupy a výstupy systému MRP[3]

2.3 MANUFACTURING RESOURCE PLANNING (MRP II)

Zdokonalením MRP směrem k těsnějšímu propojení objednávek materiálu s podrobnými rozvrhy výroby a s kapacitními propočty byl v sedmdesátých letech vytvořen systém MRP II (plánování výrobních zdrojů). Hlavním přínosem MRP II je snížení vázanosti oběžných prostředků (dle literatury až o 30%), což je jeden z hlavních problémů řízení výroby. Lze očekávat i úspory nákladů vynaložených na pořizování a udržování zásob. MRP II je zabudován ve většině ERP systémů, ale zdaleka ne všechny firmy jeho možnosti plně využívají. Lze říci, že MRP II je v podstatě systém MRP doplněný o podrobnější rozvrhování výroby a kapacitní propočty, s vazbou i na řízení prodeje. Největší problémy při aplikaci MRP II působí nepřesnosti vstupních dat. Zejména pak odhady pracností plánovaných úkolů a operací, případně poruchy výrobního procesu. Stejně jako v případě každé rozsáhlejší a komplikovanější aplikace výpočetní techniky je třeba i v případě aplikace MRP II věnovat velkou pozornost angažovanosti a motivaci lidského faktoru.



Obr. 5 Struktura systému MRP II [2]

V systémech úrovně MRP II je velmi důležité informační zabezpečení řízení výrobních procesů a zajištění všech informací, potřebných pro rozhodování. Zejména proto jsou na základě systému MRP II vytvářeny cestou integrace s ostatními firemními subsystémy tzv. ERP informačními systémy. Základem je společná databáze, na kterou jsou napojeny kromě výroby všechny ostatní související oblasti, jako jsou obchod, marketing, distribuce, technologie, finance, účetnictví, dodavatelské řetězce, řízení lidských zdrojů atd. Plánování materiálových požadavků zůstalo těžištěm MRP II. Činnost systému stále začíná agregací všech zakázek, souhrnem celkové poptávky. Na základě

informací z výroby, marketingu a finančního řízení je potom vytvořen návrh hlavního plánu výroby. V další fázi práce s MRP II se vše postupně upřesňuje a flexibilně přizpůsobuje důležitým požadavkům a okolnostem. Systém MRP II zdokonalil možnost simulací a nalézání odpovědí na otázky typu: „Co nastane, když..?“, neboli „what-if“ analýzu. Práce se systémem MRP II by měla být nepřetržitým procesem hledání a rozhodování o výhodných alternativních řešení. [2]

2.3.1 ASPEKTY VYUŽITÍ MRP II

PLÁNOVÁNÍ SHORA DOLŮ

Rozeznáváme dva základní přístupy ke zpracování výrobních plánů pomocí MRP II:

- **Regenerativní přístup** – vychází z hlavního plánu výroby, který se rozpadá směrem dolů prostřednictvím výrobkových kusovníků. Generují se priority. Kompletně se přepočítávají čisté požadavky z plánovaných zakázek. Celý plánovací proces probíhá dávkově s velkými nároky na čas i kapacity počítačů. Aby vše bylo včas a přehledné, vše se provádí regenerativním způsobem zpracování.
- **Síťová změna** – při tomto postupu je každá změna v síti zakázek materiálových požadavků okamžitě promítána do výpočetního systému. Kdykoli nastane neplánovaná událost, například neplánovaná zakázka, změna v kusovníku, zvýšená spotřeba zdroje, je iniciován částečný přepočet potřeb ovlivněných touto změnou.

Regenerativní systémy pracují s hlavním plánem výroby jako s pevným dokumentem, vydávaným pravidelně v nové verzi. Zatímco přístup síťové změny považuje hlavní plán výroby za předmět změn, jež nastaly od minulého zpracování. Filosofie síťové změny přináší dnes již nezbytnou výhodu rychlých reakcí. Určitou nevýhodou je menší stabilita systému, projevující se především při nízké pracovní disciplíně. Výrobní plánovači jsou potom zatěžování proudem nesmyslných výjimkových hlášení, jež působí chaos.

ZOBRAZENÍ ČASU

Z hlediska času je možno rozlišit dva typy MRP II:

- **Systémy pracující s časovou periodou** – provádějí každou periodu kumulaci kvantitativních informací, spadajících do tohoto období. Každá perioda představuje datovou buňku, jejíchž předem určený počet vytváří plánovací horizont. Plánovacím horizontem se rozumí časový úsek ode dneška do určitého termínu v budoucnu. V takovém rámci jsou generovány materiálové plány. Plánovací horizont bývá minimálně roven nejdelší průběžné době výroby + čas na opatření materiálu a surovin. Je-li kratší, mohou vzniknout problémy spojené s časy na opatřování materiálu. V případě materiálu s mimořádně dlouhou objednací lhůtou, která zbytečně prodlužuje plánovací horizont, je třeba objednávat na základě technik statistického řízení zásob (pojistná zásoba, použití bezpečných normativů spotřeby). Příliš dlouhý plánovací horizont s sebou přináší v hlavním plánu výroby rizika nereálných předpovědí požadavků.
- **Systémy pracující bez časové periody** – každá objednávka obsahuje také časovou informaci. Není nutné akumulovat informace po časových periodách. Přístup

umožňuje denní sledování plánovaných a realizovaných požadavků. Je pružnější, ale klade větší nároky na výpočetní techniku. Ty jsou vykoupeny lepším využitím časových předstihů a převisů, tedy přesnějšími informacemi pro rozhodování.

PLÁNOVÁNÍ ZDOLA NAHORU

Plánovací systémy musí umět co nejrychleji reagovat na změny plánů. Při cestě řízení „shora" systém plánuje, avšak v případech různých odchylek a neočekávaných událostí (výpadek ve výrobě, zpoždění dodávky) je potřeba reagovat. Tedy nejdříve zjistit, které artikly budou touto událostí ovlivněny. Tomuto procesu regulace výrobního plánu se říká přeplánování zdola nahoru. Do procesu opět vstupuje plánovač výroby, kterému systém MRP II nabízí k rozhodování nástroje **řetězení požadavků** a **pevné plánování zakázek.**

Řetězení požadavků umožňuje identifikovat pramen, ze kterého vznikl daný požadavek konkrétního artiklu. Požadavek vzniká buď z nadřazeného artiklu, nebo z nezávislého požadavku hlavního výrobního plánu.

Jednoúrovňové řetězení identifikuje a porovnává každý hrubý požadavek s jeho zdroji na nejblíže vyšší úrovní kusovníkové struktury. Na nejvyšší úrovni (finálu) se jedná o zřetězení s objednávkou zákazníka. Jedná se o obdobu jednostupňového inverzního kusovníku.

Úplné řetězení představuje zřetězení požadavků až k finálu. Úplné zřetězení se příliš nevyužívá, protože zvyšuje nároky na kapacitu pamětí počítačů a komplikuje optimalizaci výrobních dávek.

Pevně plánované zakázky dovolují plánovat specifickým způsobem. Pevné se od normálních zakázek liší tím, že nejsou automaticky měněny a přepočítávány během přeplánování MRP II – brání kaskádovité změně přes struktury výrobku. Hodí se k ošetření kapacitních a materiálových problémů výroby, jež se neobejdou bez zásahu plánovače do výrobního plánu. V případě chybějícího materiálu se může jednat o spěšnou objednávku, vystavení spěšné zakázky pro výrobu, náhradu za zmetky apod. [3]

2.3.2 HLAVNÍ VÝROBNÍ PLÁN

Hlavní výrobní plán (MPS – Master Production Schedule) je rozvrhem výroby finálních produktů co do množství a termínů. Reprezentuje hlavní přehled o výrobě, avšak nemusí nutně představovat skutečné požadavky trhu a bohužel mnohdy také momentální požadavky trhu neodráží. V takovém případě ale není na vině jen výrobní plánovač. Chyba bývá často na straně celé výrobní filosofie podnikového řízení. Od řízení konstrukčních prací přes analytiku trhů – až k chybným závěrům a rozhodnutí vlastníků. Nejdůležitějším vstupem do hlavního výrobního plánu jsou předpovědi (forecast) prodeje. Hlavní výrobní plán musí brát v úvahu mnoho omezujících faktorů, kterými jsou podmínky výroby, kapacitní omezení, dostupnost materiálu a cíle společnosti. Protože hlavní výrobní plán představuje klíčový vstup do MRP II systému, nemůže být jakákoli chyba v něm obsažená později kompenzována ani těmi nejvědečtějšími metodami a rozbory (velikosti výrobních dávek nebo ostatních parametrů MRP zpracování). Hlavní výrobní plán musí být realistický, tedy naprosto profesionálně sestavený. [3]

2.3.3 HRUBÉ KAPACITNÍ PLÁNOVÁNÍ

Každému artiklu hlavního výrobního plánu je přiřazen seznam klíčových zdrojů. Zdroji jsou stroje, prostory, pracovní síly atd. Je definována potřeba těchto zdrojů vzhledem k měrné jednotce každého artiklu v plánu. Hrubé kapacitní plánování člení zdrojové požadavky hlavního výrobního plánu a registruje vytížení. Pokud dojde k přetížení, musí se buď změnit hlavní výrobní plán, nebo doplnit další kapacity. [3]

2.3.4 JEMNÉ KAPACITNÍ PLÁNOVÁNÍ

MRP II je schopen generovat plán potřeb zdrojů na základě průběžných dob výroby artiklů, což má velký význam například z hlediska účelného hospodaření v oblasti nákupu. Kapacitní plánování (CRP – Capacity Requirement Planning) rozpadá výrobní zakázky s pomocí pracovních postupů a vyráběných množství. Tímto se tvoří detailní profil zatížení jednotlivých výrobních středisek, nebo dokonce jednotlivých strojů. Objevuje se detailní rozvržení práce po jednotlivých výrobních operacích. Vzniklé požadavky jsou porovnávány se skutečně dostupnými kapacitami. Odhaluje se přetížení nebo nevyužití a tyto rezervy jsou následně předmětem dalšího transparentního rozhodování.

Existují dvě obecné metody kapacitního plánování:

DOPŘEDNÉ ROZVRHOVÁNÍ

Nejdříve identifikuje možný začátek dané operace, stanovený jako datum uvolnění výrobního příkazu. Připočteným průběžné doby výroby se zjistí, zda se datum ukončení práce nalézá před požadovaným termínem (vzniká časová rezerva), nebo za požadovaným termínem (nastává zpoždění).

Obr. 6 Dopředné rozvrhování [3]

ZPĚTNÉ ROZVRHOVÁNÍ

Ve zpětném rozvrhování je termín ukončení zakázky naopak považován za výchozí bod. Od něho se zpětně odečte průběžná doba výroby a zjišťuje se, zda je výsledný termín před prezentovaným zahájením výroby (čas chybí), nebo naopak zbývá časová rezerva.

Obr. 7 Zpětné rozvrhování [3]

Jemné kapacitní plánování počítá s profilem zatížení každého pracoviště. Tento profil ukazuje, jaká kapacita bude kdy potřebná a jaká kapacita je dostupná, v průběhu daného horizontu plánování. Při výpočtech kapacitního zatížení se používají detailní časy jednotlivých operací z příslušných pracovních postupů. Výsledek kapacitního plánování bývá znázorňován v grafech kapacitního vytížení jednotlivých pracovišť. [3]

3 METODY ŘÍZENÍ, PLÁNOVÁNÍ A ROZVRHOVÁNÍ VÝROBY

3.1 OPTIMIZED PRODUCTION TECHNOLOGY (OPT)

OPT (Optimalizovaná technologie výroby) je koncept vyvinutý v USA. Na rozdíl od MRP je zaměřen na optimalizaci výrobních toků cestou využíváním kapacit úzkoprofilových pracovišť, tzv. úzkých míst. OPT je založen na myšlence, že výkonnost výrobního systému jako celku, a tím zároveň i úroveň vázaných oběžných prostředků určují úzkoprofilová pracoviště. Na systém OPT je možno pohlížet ze tří hledisek:

- Nová filozofie řízení výroby
- Nástroj zlepšování organizace výroby
- Software pro plánování a rozvrhování výroby

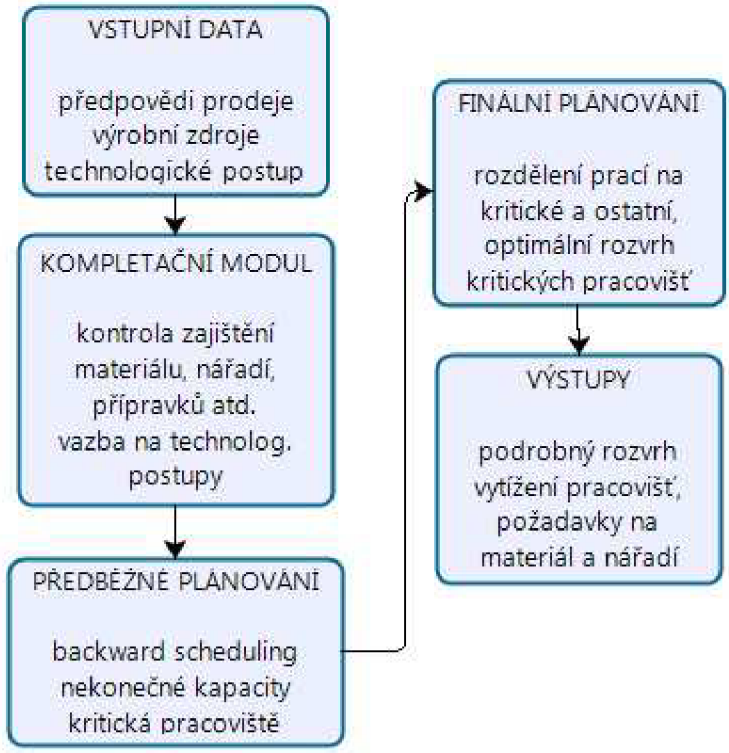
Hlavní přínos OPT je redukce průběžných dob a celkové zvýšení průchodnosti výrobního systému. Především z tohoto důvodu lze usuzovat, že OPT je víc přizpůsoben dynamickým podmínkám firem, než nákladově orientované systémy MRP a MRP II. [2] [11]

3.1.1 PRINCIPY PLÁNOVACÍCH ALGORITMŮ OPT

- Rozhodující jsou výrobní toky, zejména ve smyslu odstraňování úzkých míst, nikoliv využití výrobních kapacit.
- Případné nevyužití některých pracovišť je důsledkem jiných omezení (zejména úzkých míst). Nemá smysl, aby nevyužitá pracoviště vyráběla více, pokud úzká místa neumožní absorbovat jejich produkci.
- V OPT se rozlišují pojmy využití a aktivita pracovišť. Je-li například pracoviště aktivní tím, že vyrábí součásti, jež budou muset před úzkým místem čekat, nedá se tato aktivita považovat za využitou.
- Hodinová ztráta na úzkém místě, je hodinovou ztrátou pro celý výrobní systém. Proto musejí úzká místa pracovat na plnou kapacitu.
- Hodina úspory na pracovišti, které není úzkým místem, je pouze fiktivní, jelikož rozpracovaná výroba se bude hromadit před úzkým místem.
- Právě úzká místa určují výkon celého výrobního systému a množství rozpracované výroby.
- Výrobní dávky mohou být během průchodu výrobním systémem děleny na dopravní dávky, pokud toto dělení prospěje plynulosti výrobních toků. [2] [12]

3.1.2 STRUKTURA OPT

Základem systému OPT jsou plánovací moduly. Na rozdíl od systémů MRP II je v systému OPT uskutečňováno plánování ve dvou etapách.



Obr. 8 Struktura OPT [2]

PRVNÍ ETAPA – PŘEDBĚŽNÉ PLÁNOVÁNÍ

Uskutečňuje se zpětné rozvrhování (backward scheduling), kdy se plánování zahajuje od posledních operací, postupuje se proti směru času a předpokládá se, že výrobní kapacity nejsou nikterak omezeny. Cílem této etapy je odhalit úzká místa, tedy identifikovat kritické a nekritické výrobní zdroje.

DRUHÁ ETAPA – FINÁLNÍ PLÁNOVÁNÍ

Je nejdůležitějším hlediskem rozvrhování činnosti úzkých míst s ohledem na jejich co možná nejvyšší využití. Na rozdíl od první etapy plánování se k tomu používá metoda dopředného rozvrhování (forward scheduling). [2] [11]

3.1.3 VÝHODY A KRITICKÉ FAKTORY OPT

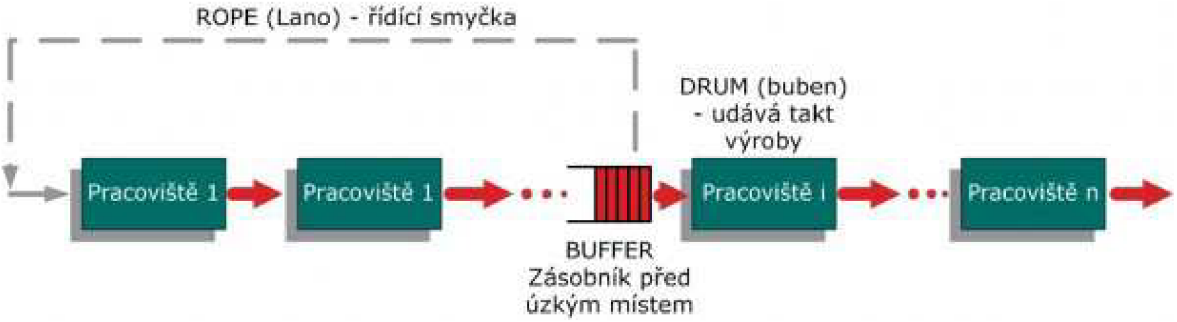
Výhodou OPT je skutečnost, že formou zadání parametrů programového systému má plánovač poměrně široké možnosti přizpůsobovat systém konkrétním podmínkám a zohledňovat tak daná specifika – například organizaci výrobního procesu, cíle a kritéria výrobního plánování a rozvrhování. Významná jsou též zpětnovazební data z výroby, charakterizující skutečný průběh výrobního procesu.

Za kritické faktory je nutno označit výkonnou a spolehlivou výpočetní techniku a obzvláště zajištění co nejpřesnějších vstupních dat. [2] [11]

3.2 DRUM BUFFER ROPE (DBR)

Koncept DRB (Buben, Zásobník, Lano) dostal své jméno podle tří základních činitelů úzkého místa:

- Drum – určuje výrobní rytmus, což znamená, že úzké místo udává takt celému výrobnímu procesu (bubnuje). Všechna ostatní pracoviště se přizpůsobují úzkému místu.
- Buffer – neboli zásobník před úzkým místem. Slouží jako prevence před neočekávanými událostmi, jelikož kapacita úzkého místa musí být co nejvíce využita.
- Rope – slouží k zajištění včasného uvolnění materiálu v souladu s taktem úzkého místa, která tímto řídí (táhne) materiál tak, aby byl „buffer“ vždy naplněn a nemohlo tak dojít k nemožnosti úzkého místa vyrábět.



Obr. 9 Koncept DBR [13]

Koncept DBR využívající podobné principy jako OPT. Zaměřuje se totiž na úzká místa a na regulování vstupu výrobních úkolů do výroby. Prvním předpokladem je tedy opět identifikace úzkého místa ve výrobě, další krok potom směřuje k odstranění plýtvání v úzkém místě, což je dosahováno těmito kroky:

- Zjednodušením řízení pomocí organizačních opatření (například zvýšením směnnosti, lepším využití pracoviště, dokonalejším zabezpečením přísunu materiálu)
- Snížením prostojů na pracovišti (snaha o eliminaci poruch, lepší organizaci a postup práce)
- Zabránění výroby zmetků na pracovišti, což plýtvá kapacitou úzkého místa
- Zřízením zásobníku před úzkým místem, který zabezpečí optimální využití kapacity
- Kontrolou jakosti před úzkým místem se zabrání přísunu zmetků do úzkého místa

Postupným odstraňováním problémů v úzkých místech, neboli jejich zprůchodňováním, tato zanikají a objevují se nová úzká místa v jiné části výroby. Celou výrobní proces je tak třeba těmito zásahy neustále analyzovat a optimalizovat. [11] [6]

3.3 JUST IN TIME (JIT)

Metoda Just in time je velmi praktický a ve světě uznávaný pojem. Rozumí se jím koncept řízení především opakované výroby, ve které je provoz, pohyb materiálu i zboží

uskutečňován co nejrychleji a nejúsporněji, podle bezprostřední technologické potřeby, v co nejmenších výrobních dávkách. Má být vyráběno jen to, co je skutečně zapotřebí, bez zbytečného skladování výrobních dávek, nebo bez jejich polehávání na dílnách. Smyslem je omezit neproduktivně vázaný kapitál z tradičně organizovaného výrobního systému.

Výhody JIT:

- Snížení skladovacích nákladů, odpadá skladování mezi jednotlivými výrobními stupni.
- Přímé dodávky umožňující snížení spotřeby času spojeného s dodáním a skladováním.
- Zkrácení průběžné doby výroby.
- Snížení ztrát hodnoty skladováním.
- Zrychlení pohybu oběžného kapitálu.
- Možnost přizpůsobení dodávek denní spotřebě.
- Systém DCI (Daily Call - In), v jehož rámci dostává dodavatel informace o denní spotřebě.

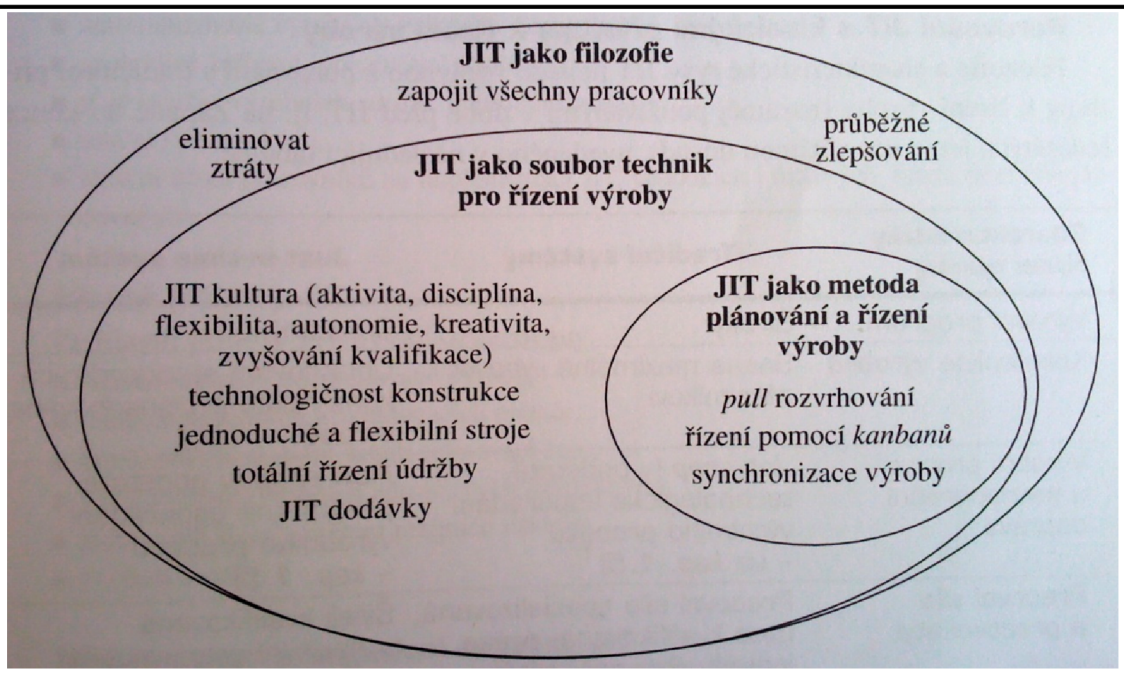
Nevýhody JIT:

- Jestliže jeden z dodavatelů není schopen plnit svůj denní závazek, není možná jeho náhrada z pojistné zásoby, což může vézt k zastavené výrobního procesu.
- Systém představuje vysoké zatížení dopravních systémů, zásoby místo skladu jsou fakticky v dopravních prostředcích na silnici. (Tento problém bývá označován jako „valící se sklad.“)
- Pokud je dodavatel místně vzdálen a spojení závisí na veřejných komunikacích, je zde vždy nebezpečí zablokování cesty z vyšší moci.

K aplikaci metody JIT je v zásadě možno postupovat trojím způsobem:

- JIT chápán jako firemní koncept řízení výroby, případně i v celém průřezu činností podniku, kde cílem je průběžné zlepšování a eliminace ztrát cestou aktivizace všech pracovníků
- JIT je aplikován v řízení výroby formou souboru technik, jejichž využívání je pro JIT typické
- V řízení výroby jsou implementovány i plánovací principy JIT

Tyto tři přístupy je zároveň možno chápat jako hierarchii na sebe navazujících aplikačních vrstev. [2] [3]



Obr. 10 Aplikační vrstvy JIT [2]

3.3.1 ZÁKLADNÍ SOUČÁSTI JIT

VYSOKÁ ÚROVEŇ KVALITY

Nízká kvalita pernamentně produkuje poruchy hladkého výrobního toku. Nekvalita je složena z mnoha dílčích nedostatků a proto je na cestě k dosažení vysoké jakosti zapotřebí projektovat kvalitu všude už od samotného počátku. Do konstrukce každého výrobku a do všech návazností technologií výrobního procesu. Prostředkem, který spolehlivě zaručuje nízkou nákladovost, je standardizace. Standardizuje se i zjišťování a následné odstraňování závad. Co je standardizované, dá se i úspěšně automatizovat.

HLADKÝ VÝROBNÍ TOK

Každá činnost ve výrobním řetězci musí být koordinována vůči ostatním. Každá operace musí logicky navazovat a spoluvytvářet hladký výrobní tok. Na začátku je výrobní rozvrh, sloužící k tvorbě plánu nákupu a výroby. Na základě aktualizovaných informací se v průběhu času plány revidují.

NÍZKÉ ZÁSOBY

Provozní zásoby bývají mylně spojovány s metodou JIT jako její jediný charakteristický znak. Ve skutečnosti jde o mnohem víc, například o nízká množství nakupovaných dílů, materiálů, rozpracované výrob či finálních produktů. Vše vede k nižší vázanosti finančních prostředků ve výrobě. Menší zásoby znamenají úspory výrobních prostor (meziskladů) a především odkrytí nejrůznějších nedostatků celého výrobního procesu.

VÝROBNÍ DÁVKY

Snížením výrobních dávek ve výrobním procesu i u dodavatelů dojde k dalšímu snížení vázaných finančních prostředků a možnosti zvýšení pružnosti výroby. Malé výrobní dávky však zvyšují nároky na řízení a rozvrhování výroby, stejně jako celá metoda JIT. Problematikou výpočtu výrobních dávek se zabývá kapitola 1.2.2 a 1.2.3.

SEŘIZOVÁNÍ

Zmenšení výrobních dávek výrazně zvyšuje nároky na rychlost seřizování výrobních strojů. Aby náklady na seřizování byly udrženy v příslušných mezích, je zapotřebí dbát na školení a zvyšování kvalifikace seřizovačů. Účelným a promyšleným zjednodušování se snažit směřovat ke standardizaci seřizovacích prací.

ROZMÍSTĚNÍ STROJŮ

Účelné rozmístění strojů je jedním z klíčových předpokladů JIT. Tradiční technologické uspořádání výrobního procesu bývá nahrazeno uspořádáním předmětným, což zajistí zkrácení vzdáleností mezi stroji a zmenší nutný výrobní prostor. Rozmístění stojů, zařízení a pracovníků musí sloužit hladkému výrobnímu toku. Šetří se prostorem a přepravní náklady je třeba minimalizovat.

PREVENTIVNÍ ÚDRŽBA STROJŮ

Jakákoli porucha stroje může způsobit úplné zastavené výroby, proto je potřeba toto riziko minimalizovat. Odpovědnost za údržbu přechází částečně i na operátory strojů, případně se cvičí určité akce jednoduchých oprav.

VÍCESTROJOVÁ KVALIFIKACE

Tradiční výroba je postavena na vysoce specializované práci výrobních úkolů. Metoda JIT upřednostňuje přípravu jednotlivých operátorů na zvládnutí všech možných úkolů a situací. Problematika zvládání návazností výrobního procesu vyžaduje rozvoj tvořivosti a širokých výrobních schopností i znalostí.

SPOLUPRÁCE

Spolupráce napříč podnikem je nezbytnou podmínkou dosažení cílů JIT.

DODAVATELÉ

Tradiční způsob výběru dodavatelů přikládal největší důležitost ceně, jako úspory nákladů při nákupu. JIT preferuje omezené dlouhodobé vazby omezeného počtu v prvé řadě naprosto spolehlivých dodavatelů, čímž se výběrové řízení stává dlouhodobější záležitostí. Je jasné, že nekvalitní materiál hned na vstupu znamená potenciálně mnohonásobně vyšší ztrátu během celého výrobního procesu.

TVŮRČÍ SYSTÉM ROZHODOVÁNÍ

V neposlední řadě je třeba zmínit tvořivost v oblasti výroby, kterou je třeba soustředit především na dosažení a udržení hladkého výrobního toku. Například velmi využívaný princip Andon – systém světel, pro sledování aktuálního stavu pracoviště. Systém funguje obdobně jako světelná křižovatka, kdy zelená barva znamená žádné problémy, oranžová začínající potíže a červená zastavení stroje. [2] [3] [11]

Obr. 11 Systém světel Andon [14]

3.4 KANBAN

Systém kanban je v podstatě výrobním informačním systémem pro řízení toku výrobků. Slovo kanban znamená v japonštině, odkud tento systém pochází, štítek nebo kartička. Tento štítek obsahuje veškeré informace, které operátor potřebuje, aby byla zajištěna plynulost výrobního toku, při optimální výši mezioperačních zásob.

Rozlišují se zpravidla dva druhy kanbanů:

- **Výrobní kanban** (objednávka) – vztahující se k jedné operaci
- **Dopravní kanban** (dodací list) – cirkulující mezi dvěma po sobě následujícími operacemi

Pracoviště ve výrobě jsou rozdělena na prodávající a kupující. Jsou přesně definovány dodavatelsko-odběratelské vztahy, to znamená okruhy pracovišť, která si navzájem dodávají materiál a odebírají rozpracované výrobky. Princip fungování je založen na těchto zásadách:

Povinnosti odběratele:

- Pracoviště má povinnost odebrat objednané díly na svém vstupu
- V potřebném předstihu zasílá svému dodavateli kartu kanban, která je pro něj objednávkou pro výrobu dalšího množství výrobků

Povinnosti dodavatele:

- Připravit požadovaný materiál, či výrobek a v požadovaném množství ho uložit do přepravního systému
- Připojit dodací list
- Dát signál přepravnímu systému na převezení materiálu či výrobku zákazníkovi
- Žádné pracoviště nesmí vyrábět, pokud k tomu nemá objednávku, čili příslušnou kanban kartu
- Žádný zákazník se nesmí předzásobovat

Princip kanban umožňuje pomocí počtu karet přítomných v systému kontrolovat a řídit rozpracovanost výroby. I když byl kanban vyvinut pro řízení uvnitř provozu, je možné jej aplikovat také na řízení vazeb mezi provozy. Aplikace tohoto systému vyžaduje rovnoměrný a jednosměrný materiálový tok a synchronizaci jednotlivých operací. Kanban je tedy nejvhodnější implementovat pro opakovanou výrobu stejných součástí s velkou setrvačností odbytu. [11] [2]

3.5 PRINCIP SUPERMARKETU

V supermarketu jsou spotřebiteli nabízeny potřebné části, které odebírá z regálu. O doplňování supermarketu se starají pracovníci, kteří odebírají materiál z meziskladu. Tím jsou vytvořeny zásoby, které výrobní proces jistí, ale prodražují. Proto se odpovědnost za doplňování supermarketu přesouvá na dodavatele. Informační systém pracuje tak, že zaměstnanec supermarketu dostává signály o odběru dílů, na základě kterých doplňuje regály a současně informuje dodavatele o potřebě. V supermarketu jsou díly od kooperace již vybaleny a připraveny v takovém způsobu uložení, aby mohly být bez další více práce (vybalování, třídění, vyhledávání) přímo přebírány ke zpracování na další operaci na pracovišti. [4]

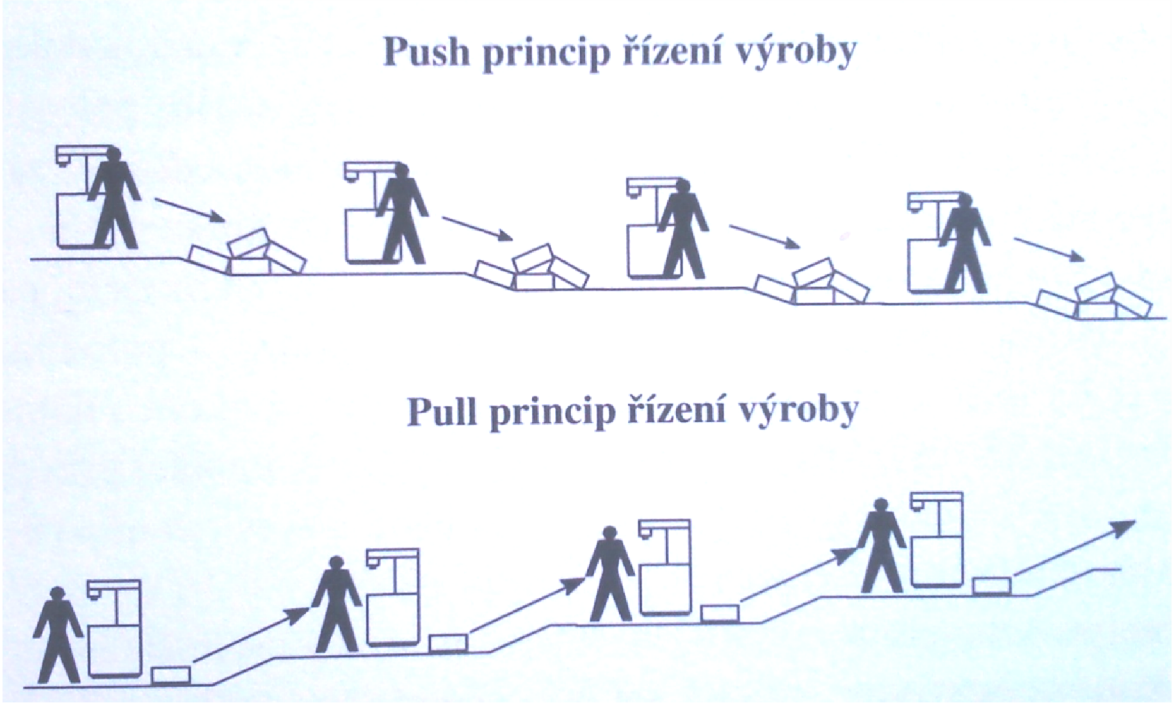
3.6 LEAN PRODUCTION

Průzkumem uskutečněným v osmdesátých letech mezi automobilkami v Japonsku, USA a západní Evropě bylo zjištěno, že při využití Japonského konceptu „štíhlé výroby“ (Lean production), tamější automobilky vyrábějí s polovinou zaměstnanců v montáži, s polovinou kapacit ve vývoji, desetinou až třetinou zásob, pětinou dodavatelů, polovinou investic do strojního zařízení, polovinou výrobních ploch a přitom docilovaly až třikrát vyšší produktivity při čtyřikrát kratších dodacích lhůtách. Rovněž se uvádí, že japonští výrobci v této době zdvojnásobili počet nabízených modelů, zatímco americké firmy rozšířily v tomto období paletu modelů pouze o polovinu a evropští výrobci, v té době ještě více zaměřeni na objemy výroby, dokonce nabídku modelů o polovinu redukovali. Zatímco Japonci zůstali v této době u obměny palety produktů u čtyřletého cyklu, Evropané a Američané svůj výrobkový inovační cyklus prodloužili ze sedmi na deset let.

Koncept štíhlé výroby spočívá ve výrobě pružně reagující na požadavky zákazníka a poptávku, která je řízená decentralizovaně, prostřednictvím flexibilních pracovních týmů, při malé hloubce výroby, tj. nízkém počtu na sebe navazujících výrobních stupňů. [2] [15]

3.6.1 PLÁNOVACÍ PRINCIP PULL

V tradičních výrobních systémech se zakázky „protlačují“ (push), kdy každý pracovník na určitém výrobním stupni za svým pracovištěm hromadí rozpracovanou výrobu. U principu tahu (pull) je však každý komponent ihned předáván k další operaci. [2]



Obr. 12 Push a Pull princip řízení výroby [2]

3.6.2 PRINCIP ZAMEZENÍ PLÝTVÁNÍ

Za plýtvání se označují veškeré činnosti, jež podnik provádí při výrobě produktu, které však danému produktu nepřidávají žádnou hodnotu. Ačkoli se častěji mluví o plýtvání ve výrobních procesech, je třeba se zamyslet i nad plýtváním v systémech managementu. Právě tento systém se vyvíjí postupem doby, ovšem díky lidské přirozenosti, kdy lidé neradi mění své zažité návyky, se mnohdy tento systém stává zastaralým a tak právě dochází k plýtvání, v horším případě až k omezení plnění potřebných funkcí. Z důvodu tzv. provozní slepoty, která právě souvisí s poměrně přirozenou nechutí ke změnám, bývá nesnadné plýtvání identifikovat.

DRUHY PLÝTVÁNÍ VE VÝROBĚ

- **Nadprodukce -** bývá považována za nejhorší druh plýtvání. Jedná se o výrobu vyšší, než je požadováno, případně o mnoho dříve, než je nutné
- **Čekání -** na cokoli je ztráta, ať se jedná o informace, zařízení, lidi nebo materiál.
- **Zásoba** - shromažďována v místech mimo úzká výrobní místa
- **Zmetky -** pokud jsou odhaleny až při následující operaci, nebo kdykoli později znamenají ztrátu
- **Zbytečné pohyby -** pohyby, které nejsou nezbytně nutné k výrobnímu procesu

- **Nadbytečná přeprava**
- **Nadpráce** - což znamená veškeré úsilí, které si zákazník nepřeje, či ho dokonce vůbec nerozezná a tudíž za něj není ochoten zaplatit
- **Nevyužitý potenciál** - Lidské zdroje bývají zpravidla nejdražší součástí výroby, proto se za plýtvání považuje nevyužití veškerého lidského potenciálu, například tvořivosti

DRUHY PLÝTVÁNÍ V MANAGEMENTU

- **Zbytečná práce** – veškeré činnosti, které nejsou striktně vyžadovány. Nejčastěji se jedná o vytváření nadbytečné dokumentace, záznamů a zpráv, které nikdo nevyžaduje
- **Chybná práce** – nevhodně nastavené postupy a procesy, obcházení procesů, bezhlavé přejímání obecných postupů nezohledňující specifika
- **Neefektivní využívání příležitostí** – ztráty způsobené nepochopením principů systému a používání nevhodných metod
- **Nevyužitá tvořivost** – nepochopení a nedůvěra v systém řízení, kdy zaměstnanci mají pocit, že nikdo systému nerozumí a je to jen byrokratický nástroj, který omezuje přirozenou kreativitu lidí [16] [17]

3.6.3 PRINCIP NEPŘETRŽITOSTI

Zlepšování je ve štíhlé výrobě nepřetržitým procesem, který neprobíhá jednorázově ani po etapách, nýbrž kontinuálně a nikdy nekončí nějakým bodem, kdy jsme s dosaženou úrovní spokojeni. Za cíl si princip nepřetržitého zlepšování klade nejen zlepšovat technické kvality, ale obecně spokojenost zákazníka. Je nutné neustále a včas rozpoznávat přání zákazníků a realizovat jejich přání formou tvůrčích řešení. Mnohé firmy dělají v řízení výroby chybu, že v době úspěchu s dosaženými výsledky spokojují. To má za následek snížení intenzity programů zaměřených na snižování nákladů, zvyšování produktivity a spokojenosti zákazníka, čímž se zároveň tvoří zárodek budoucích problému v horších časech. [2]

3.6.4 PRINCIP ZAMĚŘENÍ SE NA PODSTATNÉ AKTIVITY A KLÍČOVÉ SCHOPNOSTI

Princip zaměření se na podstatné aktivity a klíčové schopnosti firmy znamená zhodnocení a revizi všech aktivit v rámci hodnototvorného řetězce. Od výzkumu a vývoje přes výrobu a montáž až po odbyt a likvidaci odpadů. Interní hodnototvorný řetězec musí být účelně propojen na síť dodavatelů, odbyt a konečně i na požadavky zákazníka jak fyzicky, tak i tokem informací. Omezení se na podstatné aktivity vyžaduje posoudit rozsah působnosti všech útvarů podniku a analyzovat, které prvky hodnototvorného řetězce podnik ovládá lépe, než konkurence a externí partneři a co nejvíce přispívá z hlediska zákazníka ke zlepšení konkurenční pozice firmy. Metoda lean managementu v tomto směru přikazuje zaměřit všechny interní kapacity a zdroje podniku především na využití klíčových schopností firmy. Z toho vyplývá důsledné zajišťování určitých dílčích výkonů, nepatřících mezi klíčové schopnosti firmy, u subdodavatelů (outsourcing), jejichž klíčové schopnosti spočívají naopak právě v těchto oblastech. Outsourcing výrobků a služeb je v lean managementu považován za strategické rozhodnutí, při kterém by měla být zohledněna následující kritéria:

- Výroba a služby předávané partnerům nesmí patřit mezi činnosti, jež tvoří podstatu konkurenčních předností firmy v hospodářské soutěži
- Externí partneři musí být schopni výrobek či službu zvládnout ve stejné nebo lepší kvalitě se stejnými nebo menšími náklady a za stejnou nebo kratší dobu. Musí být dlouhodobě schopni dodávat v potřebné kvalitě, množství, čase a s přijatelnými náklady
- Podnik se nesmí dostat do nebezpečí přílišné závislosti na svých dodavatelích

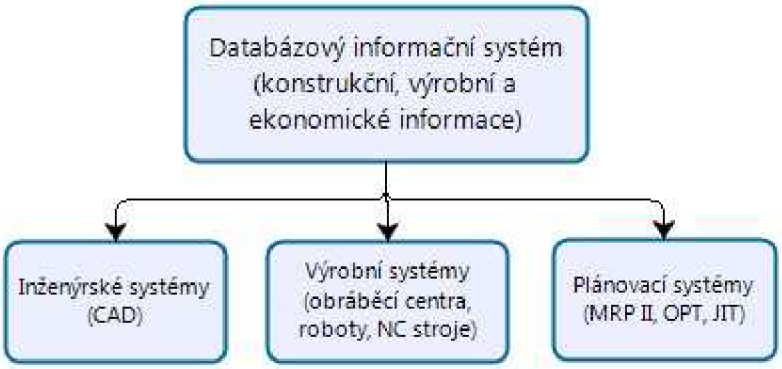
Takto provedenou redukcí hlouby výroby mohou být vytvořeny štíhlejší a pružnější výrobní struktury podniku. Přitom je ale stále nutno dbát na to, aby prostřednictvím outsourcingu nedošlo k plíživé erozi klíčových schopností podniku. [2]

4 POKROČILÉ SYSTÉMY PRO PLÁNOVÁNÍ A ROZVRHOVÁNÍ VÝROBY

4.1 COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING (CIM)

Jak je patrné, začalo být řízení, plánování a rozvrhování výroby velmi ovlivňováno rozvojem výpočetní a komunikačních techniky. Výkonné počítače, počítačové sítě a databázové systémy z oblasti jak hardwaru i softwaru umožnily zásadní kvalitativní rozvoj řízení, plánování a rozvrhování výroby v několika směrech současně.

CIM je na vysokém kvalitativním stupni integrace řízení výroby a souvisejících oblastí pomocí informačních technologií. Základy struktury CIM tvoří inženýrské systémy CAD (Computer Aided Design), pružné výrobní systémy (FMS – Flexible Manufacturing Systems) a počítačové systémy řízení, plánování a rozvrhování výroby. Integrace těchto komponent je dosahováno společným databázovým informačním systémem zpracování konstrukčních, výrobních a ekonomických informací. [2]



Obr. 13 Základní komponenty CIM [2]

4.2 ADVANCED PLANNING AND SCHEDULING (APS)

Systémy pokročilého plánování a rozvrhování (APS) jsou moderní systémy pro plánování a rozvrhování výroby, které se snaží maximalizovat efektivnost využití výrobních prostředků při dodržení zákaznických požadavků. Tyto systémy velmi úzce spolupracují, resp. navazují na systémy Supply Chain Management (SCM) – systémy pro řízení logistických řetězců. Proto jsou často označovány jako APS/SCM.

Jde o činnosti týkající se koordinace a řízení materiálových, informačních a finančních toků v rámci řetězců zahrnujících dodavatele, velkoobchod, maloobchod i koncového zákazníka. Tím se vlastně, v současném silně globalizovaném světe výrobních podniků, mění model řízení výrobního procesu na řízení dodavatelsko – odběratelských řetězců – dnes již logistických řetězců. Pokračující proces integrace výrobních i obchodních společností do nadnárodních uskupení klade stále větší nároky na výkonnost logistických procesů v nich probíhajících. Interní logistické procesy v rámci uskupení logistické procesy probíhající na rozhraní k dodavatelům a odběratelům představují významné činitele ovlivňující rozhodujícím způsobem dosažení očekávaných přínosů integrace.

APS systémy nemají vlastní databáze, jelikož používají databáze ERP systému. APS systémy jsou vysoce „komunikativní“ tj. především varují plánovače například ohledně nedodržení termínů, překročení kapacit apod. a nabídnou možná řešení, ze kterých si plánovač musí vybrat.

Oblast	ERP systémy	APS systémy
Plánování	Plánování do neomezených kapacit	Reálné plány, které berou v úvahu omezené kapacity klíčových zdrojů
	Cíl: proveditelné plány	Cíl: optimální plány
	Tlačný systém	Tažný i tlačný systém
Oblast řízení	Řízení výroby	Řízení celého dodavatelského řetězce
Typ výroby	Všechny typy výrob	Všechny typy výrob,
Používané metody	MRP II, JIT, Kanban, Seiban, TOC/DBR	Pokročilé algoritmy – ATP, CTP, AATP, PTP
Hlavní oblasti zaměření	Transakční systém: finance, controlling, výroba, HR	Plánování poptávky, výroby, logistiky, dodavatelského řetězce
Tok informací	Shora dolů	Obousměrný
Schopnost simulací	Nedostupná	Vysoká
Schopnost optimalizace nákladů, zisku, ceny	Nedostupná	Vysoká
Doba výroby	Fixní	Flexibilní
Postupné plánování	Nedostupné	K dispozici
Rychlost (pře)plánování	Nízká, obvykle jednou týdně až jednou měsíčně	Vysoká, možno po každé změně
Zpracování dat	Transakční systém	Analytické zpracování dat
Uchování dat	Databáze	Memory-resistant

Obr. 14 Porovnání ERP a APS systémů [9]

Systémy APS nacházejí své uplatnění zejména v hromadné sériové výrobě s nízkým výskytem nejistot. Naopak tam, kde se jedná o kusovou, zakázkovou a malosériovou výrobu s velkým počtem rušivých faktorů, tyto systémy mohou selhávat, protože pro svou práci potřebují vysoce validní data. Proto je v případě komplexních výrobků či komplikovaných výrobních procesů zásah plánovače zcela nezbytný. [1]

4.2.1 KONCEPTY APS

Softwarové produkty pro pokročilé plánování a rozvrhování (APS) a řízení dodavatelských řetězců (SCM) jsou založeny na moderních konceptech pokročilého plánování a rozvrhování, zejména následujících:

- **Globální vizibilita a optimalizace** – při plánování jsou zohledňovány možnosti celého logistického řetězce. Výsledkem je plán, který je optimalizovaný z pohledu podniku jako celku.

- **Simultánní plánování všech zdrojů** – všechny elementy vstupující do plánování (materiál, kapacity, zakázky atp.) jsou zohledňovány současně. Výsledkem je proveditelný a optimalizovaný plán.
- **Průběžné plánování** – plány jsou v čase postupně upřesňovány a případné změny jsou promítnuty ve všech horizontech plánování.
- **Plánování založené na řízení úzkých míst** – úzká místa limitují výkonnost celého řetězce. Tento typ plánování umožňuje dynamickou identifikaci a řízení úzkých míst s cílem splnit podnikové cíle (efektivita, spolehlivost atp.).
- **Vysoká rychlost plánování** – moderní algoritmy využívání operační paměti pro práci s daty umožňují okamžitou reakci na změny.
- **Simulace a tvorba „what- if" analýz** – schopnost přeplánovat ve velmi krátkém čase umožňuje tvorbu různých simulací a „what – if" analýz.

4.2.2 ALGORITMY APS

ATP – AVAILABLE TO PROMISE

Available to promise se překládá jako závazná dodací lhůta. Algoritmus je vhodný pro výrobu na sklad, kdy jsou hotové výrobky k dispozici v distribučních centrech a připravené k prodeji zákazníkům. U objednávky je nutno vypočítat dodací lhůtu. Pokud dochází k výrobě na zakázku, určí se doba výroby na základě aktuálního stavu na skladu, rozpracovanosti výroby a fixních průběžných časů výroby. APS systém propočítá stav zásob na všech skladech a meziskladech v daném čase. Algoritmus ATP je založen na odhadech budoucí poptávky, k čemuž napomáhá metoda JIT a následně navrhuje výrobu bez předstihů a prodlev. ATP je algoritmus typický pro procesní výrobu.

AATP – ALLOCATED AVAILABLE TO PROMISE

Jak je z názvu patrné, jedná se o rozšířený algoritmus available to promise. AATP přiděluje (allocate) hotové výrobky k zákazníkům nejčastěji podle jejich priority v zákaznické hierarchii. V rozvrhování se ohlíží na náklady výroby a možnou ziskovost.

CTP – CAPABLE TO PROMISE

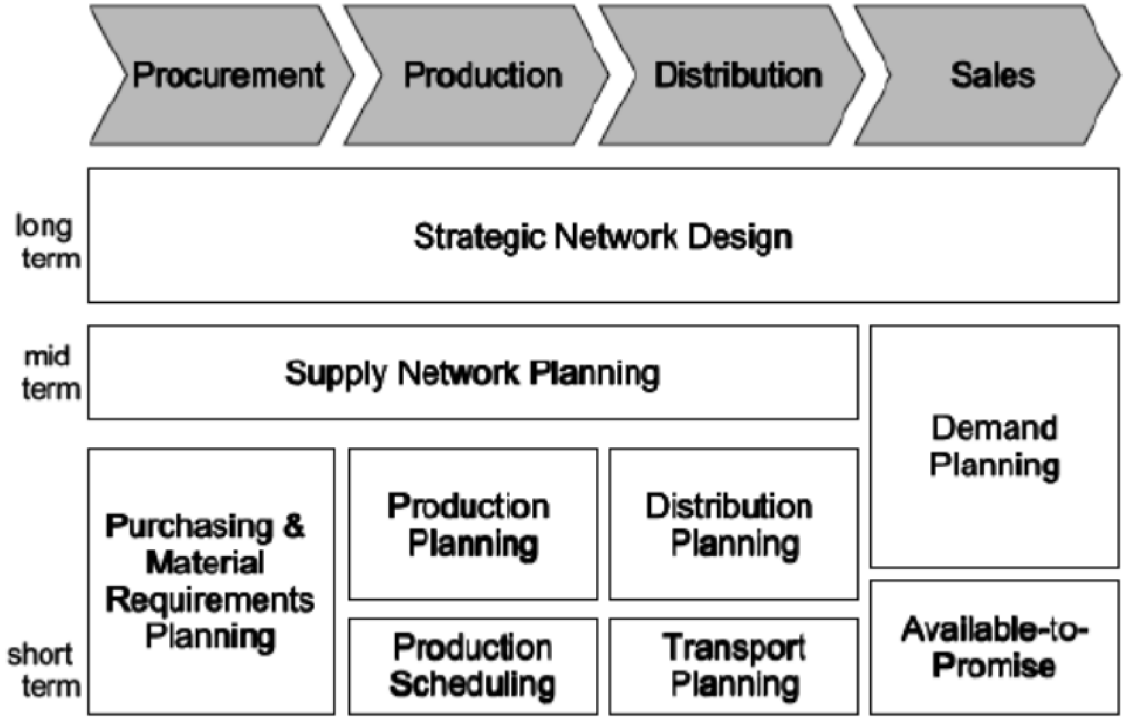
CTP je využívám v případě, kdy požadovaný výrobek není na skladě hotové výroby a je třeba určitě nejbližší možný termín splnění objednávky. Algoritmus vychází ze znalosti výrobních kapacit a zjišťuje, kdy budou uvolněny a kdy budou k dispozici polotovary pro výrobu dané objednávky. Důležitou funkcí je zafixování určitých zakázek, které nesmějí být touto mimořádností ovlivněny. Pro rozplánování dané objednávky je možnost použít dopředné i zpětné rozvrhování.

PTP – PROFITABLE TO PROMISE

Algoritmus spojující algoritmy CTP a ATP. Sčítá veškeré náklady na výrobu, které následně porovnává s cenou, za kterou zákazník odebírá hotové výrobky. [9] [10]

4.2.3 MODULY APS SYSTÉMŮ

APS systémy vyvinuté různými softwarovými společnostmi si bývají v základní struktuře podobné, kdy jsou složeny z několika modulů.



Obr. 15 Moduly APS systémů [9]

STRATEGIC NETWORK DESIGN

Modul pomáhající strategickému rozhodování podniku v oblasti dodavatelského řetězce. Jedná se o problematiku zabývající se faktory jako umístění dodavatelů a zákazníků, místní finanční podmínky a daně, což jsou velice obtížně odhadnutelné náklady.

SUPPLY NETWORK PLANNING

Modul uplatňovaný především pro střednědobé plánování. Úkolem modulu je zajištění dostupných kapacit a jejich efektivní využívání. Nejčastější perioda plánování je jeden rok, který se dál dělí na měsíce a týdny. Vstupy do Supply Network Planning vycházejí ze Strategic Network Design a Demand Planning. Výstupem je potom hlavní výrobní plán.

DEMAND PLANNING

Modul je důležitou součástí APS systému, jelikož v sobě zahrnuje strategický a taktický plán prodeje a slouží jak podklad ostatním modulům. Podporuje dlouhodobé strategické plánování modulu Strategic Network Design a poskytuje data pro střednědobý Available To Promise a Supply Network Planning.

PURCHASING & MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING

Modul používaný pro nákup a plánování materiálových zdrojů. V APS systémech nebývá jeho implementace pravidlem, jelikož se již nachází v MRP systémech.

PRODUCTION PLANNING

Modul určený pro dohled na optimální velikost výrobní dávky.

PRODUCTION SCHEDULING

Řídící modul celé výroby, jelikož slouží k rozvrhování výroby pro jednotlivé stroje a zařízení.

DISTRIBUTION PLANNING & TRANSPORTATION PLANNING

Moduly rozpracovávající rozvrh výroby z hlediska distribuce a řízení dopravy.

Poslední součást systému APS tvoří modul, jenž slouží k přesným a spolehlivým výpočtům dodacích termínů. Jedná se o modul obsahující výše uvedené plánovací algoritmy (ATP, AATP, CTP, PTP). [9] [10]

4.2.4 SYSTÉMY ŘÍZENÍ ZÁSOB POMOCÍ APS

CONTINUOUS REPLENISHMENT PLANNING (CRP)

CRP – plynulé doplňování zásob mění tradiční proces zásobování řízený maloobchodem v proces vzájemné spolupráce, kde požadavky na zásobování stanovuje dodavatel podle informací přijatých od maloobchodu. Proces plynulého zásobování tak začíná přijetím zprávy elektronické výměny dat popisující denní stav zásob. Přijatá data jsou vyhodnocena, zařazena do archívu a dále použita jako podklad pro sestavení předpovědi a návrhu objednávky. CRP generuje na základě historie vývoje dodávek týdenní předpověď a stanovuje bezpečnou hladinu zásob. Dále navrhuje objednávky a určuje množství na základě porovnání dostupného zboží na skladě s očekávaným prodejem. Po uskutečnění základních výpočtů optimalizuje dodávku časovým vyvážením zásob zboží s ohledem na logistiku, přepravní a jiná omezení.

VENDOR MANAGED INVENTORY (VMI)

Systém řízení zásob dodavatelem, jež navazuje na systém plynulého zásobování. Dodavatel přebírá úkoly běžně spojené s objednáváním zboží. Namísto tradičních objednávek zboží předává odběratel dodavateli pravidelně informace o aktuálním stavu zásob. Dodavatel přebírá odpovědnost za doplnění zboží a v rámci daných pravidel navrhuje objednávku a realizuje dodávku.

EFFICIENT CONSUMER RESPONSE (ECR)

ECR je nejucelenější systém řízení zásob, který efektivně reaguje na požadavky zákazníka. ECR je spontánní reakcí na rostoucí nedostatky v efektivitě řízení zásob. ECR

je založeno na respektování posílení úlohy spotřebitele a na lepší spolupráci mezi obchodními partnery. Přínosy na straně zákazníka jsou rychlejší oběh zboží, vyřazení neprodejných výrobků, snížení provozních nákladů, zvýšení dostupnosti zboží a relativní snížení cen.

Přínosem pro dodavatele je možnost lepšího plánování výroby a úspora logistických nákladů. ECR je proces, v jehož rámci dodavatelé a obchodníci pracují společně, aby omezili neefektivnosti v dodavatelském řetězci.

COLLABORATIVE PLANNING, FORECAST AND REPLENISHMENT (CPRF)

Využívá společné prognózy a obchodní plány dodavatelů a zákazníků. Na základě společných dat se identifikují odchylky od plánů, čemuž se přizpůsobí dodávky. Klíčový přínos CPRF spočívá ve vytvoření systému sdílení informací. Na jeho základě vznikají přesnější předpovědi a definované operativní přístupy. [1]

5 HISTORIE FIRMY ALBA - METAL

Historie rodinné firmy Alba začíná na počátku devadesátých let jako úklidová firma. Při úklidech v nemocnici Břeclav se zaměstnanci potýkali s nevyhovujícími úklidovými vozíky, které si nakonec začala firma vyrábět sama. Dále bylo reagováno na potřebu nemocnic modernizovat své nemocniční vybavení, čímž vzniká kovovýroba zabývající se nejen výrobou nemocničních lůžek, ale následně i zubařských křesel či veterinárních vyšetřovacích a operačních stolů.

Po přestěhování firmy do areálu bývalého JZD v Ladné u Břeclavi, se v roce 1995 se díky větším výrobním prostorům (6000 m2 zastřešených výrobních a skladovacích prostor) začala firma zabývat i výrobou ocelových obloukových hal a konečně také drátěných insertů pro automobilový průmysl. V době před hospodářskou krizí v roce 2008 firma zaměstnávala přes 150 zaměstnanců. V době krize, čili útlumu produkce všech tří divizí (zdravotechnika, ocelové konstrukce i drátěné výztuže) klesnul počet zaměstnanců zhruba o polovinu. Po zlepšení hospodářské situace v Evropě však divize zdravotechnika a ocelové konstrukce dále stagnovaly, proto bylo učiněno strategické rozhodnutí divizi zdravotechniky úplně zrušit a na jejím místě zařídit výrobní halu 2 divize drátěných výztuží. Divize ocelových hal byla prodána a z její původní budovy vznikl sklad divize drátěných výztuží, která s oživením trhu s automobily začala velmi rychle růst.

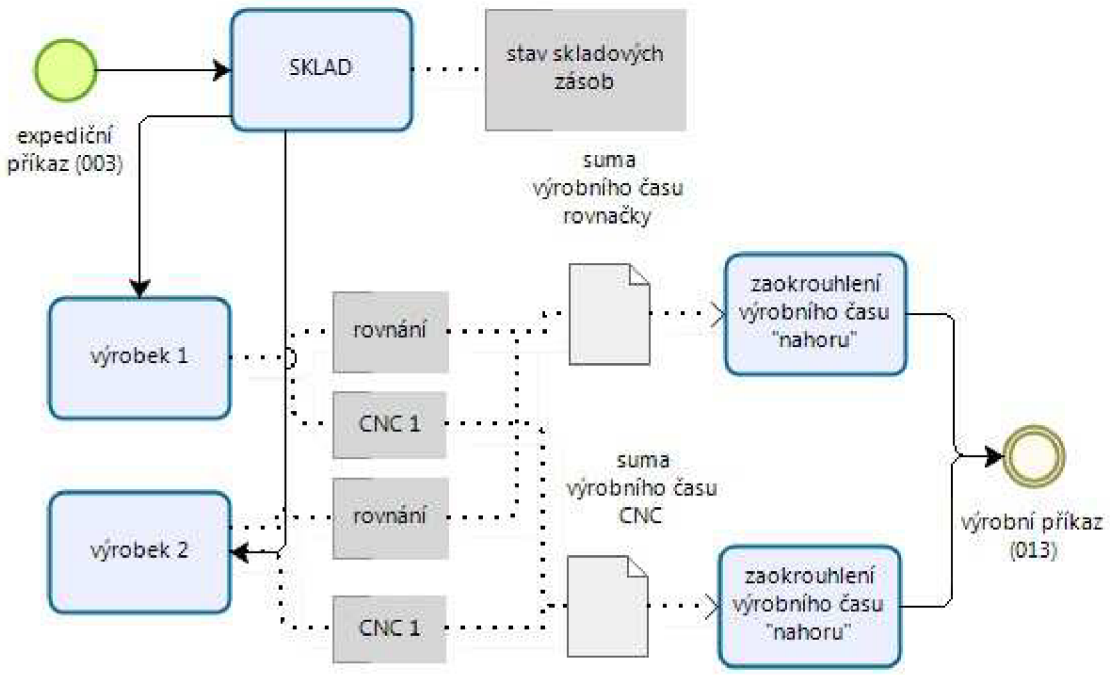
V současné době firma Alba – Metal opět zaměstnává přes 120 zaměstnanců zabývající se pouze produkcí tvarovaného drátu pro automobilový průmysl. V roce 2011 byla založena výrobní pobočka u Atlanty ve Flowery Branch ve Spojených Státech Amerických. Právě stále se zvyšující množství typů a kusů dodávaných výrobků a tím rozšiřující se výrobní kapacity, kladou stále větší požadavky na řízení, plánování a rozvrhování výroby.

Obr. 16 Logo firmy Alba - Metal [19]

6 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU

Firma Alba-Metal používá informační systém Helios orange. Karta *Pokročilé plánování výroby* v modulu *Řízení výroby*, ačkoli byla nainstalována, nikdy používána nebyla. Žádný s pracovníků s ní tak neměl zkušenosti a bylo tedy nutné prověřit, jaké možnosti *Pokročilé plánování výroby* IS Helios umožňuje a co všechno bude nutné připravit a nastavit k možnému využití plánování a rozvrhování výroby za použití tohoto nástroje.

Nejprve bylo potřeba zmapovat stávající stav plánování a rozvrhování výroby. Toho bylo dosáhnuto rozhovory se zainteresovanými zaměstnanci z úseku logistiky a výroby, dále pak technologie, technické přípravy výroby a skladu.



Obr. 17 Grafické znázornění současného stavu rozvrhování výroby

6.1 ÚSEK LOGISTIKY

V současném stavu má logistika za úkoly v prvé řadě zpracování objednávek, ať už jde o řízení konsignačních skladů, zpracování přímých objednávek mailem, nebo odvolávek EDI propojeným se systémem Helios. Logistika dále zajišťuje tvorbu expedičních příkazů, tisk expedičních štítků pro skladníky, tisk dodacích listů a objednání přepravy. Logistika je však povinna tvořit i neadresné výrobní příkazy, které předává ke zpracování mistrovi výroby.

6.1.1 ZPRACOVÁNÍ OBJEDNÁVEK

Úsek logistiky zpracovává tři typy objednávek. Objednávky jen po telefonu jsou interním předpisem zakázány.

OBJEDNÁVKA PRO KONSIGNAČNÍ SKLAD

U konsignačních skladů přechází zodpovědnost řízení skladu a dodávek z odběratele, neboli zákazníka, na dodavatele. Zákazník průběžně informuje o spotřebě materiálu a každý týden zasílá výhledy spotřeby na další kalendářní týdny. Mezi zákazníkem a dodavatelem jsou dány pravidla zásobování, jako je minimum a maximum skladových zásob, minimální přepravované množství při doplňování zásob, například po násobcích šesti beden KLT. Logistika při zohlednění všech těchto vstupů vytvoří objednávku.

PŘÍMÁ OBJEDNÁVKA E-MAILEM

Zákazník o svých objednávkách informuje přímo mailem. Neexistují však žádné termíny, do kdy musí zákazník tuto objednávku zaslat. Mnohdy tak dochází k navyšování objednávek na poslední chvíli.

OBJEDNÁVKA ODVOLÁVKOU EDI

Zákazníci informují o svých objednávkách prostřednictvím elektronické výměny dat. Bohužel však tento systém objednávek není využíván tím způsobem, aby logistika objednávku jen nahrála do plánu výroby. Největší problém tkví v tom, že zákazník společně s odvolávkou EDI zasílá i objednávku e-mailem. V mnohých případech se informace o typech výrobků a jejich množstvích mezi sebou liší. Logistika tyto vstupy porovnává a nalezené neshody konzultuje se zákazníkem.

6.1.2 ZPRACOVÁNÍ EXPEDIČNÍCH PŘÍKAZŮ

Na základě objednávek vytvoří úsek logistiky expediční příkaz. Expediční příkaz je de facto interní dokument, vznikající přepsáním objednávky od zákazníka do informačního systému. Vytvořením expedičního příkazu dojde k rezervaci daných výrobků v potřebném množství na skladě, čímž se poklesne množství k dispozici klidně i do záporných hodnot.

6.1.3 ZPRACOVÁNÍ VÝROBNÍCH PŘÍKAZŮ

Po poklesu množství na skladě o zarezervované množství na expedičních příkazech, pracovníci logistiky znovu porovnávají stav skladu s expedičním příkazem. Pokud je stav skladu v kladných hodnotách, nebo alespoň na nule, výrobní příkaz na konkrétní výrobek není vytvořen. Jakmile je zjištěn stav skladu v hodnotě záporné, je zadán výrobní příkaz na přesné množství, o které je množství na skladu záporné. Minimální výrobní dávky tak nejsou absolutně zohledněny a není nijak výjimečný stav, že se zadá výrobní příkaz i pro jednu obalovou jednotku, jejíž výrobní čas je okolo jedné hodiny. S průměrným seřizovacím časem třech hodin na výrobní dávku je tento stav velmi neuspokojivý. Stejně tak nutnost ručně procházet u každé objednávky výrobek po výrobku a srovnávat stav skladu po rezervaci expedičním příkazem.

Výrobní příkaz pro: **Proseat Foam Manufacturing, s.l.u Santpedor**

Expediční příkaz: **013000242 (00300152)**
Dílna: **Výrobní hala 2**
Vyrobit do: **20.3.2015**

Výrobek:	Index	množ./beden	Projekt	Prac.	Výr. čas	St.
wire P51002464	001_17.10.2013	17000 / 68 ks	PSA E3	BMS-2	77,3 h	Výr.
wire P51002465	001_17.10.2013	15500 / 62 ks	PSA E3	BMS-2	119,2 h	Výr.
wire P51002284	001_17.10.2013	18200 / 26 ks	PSA E3	BMS-2	22,8 h	Výr.
drát P51001086 (ph)	004_27.04.2011	1300 / 1 ks	Audi AU316 (Q3) W	BMS-2	3,4 h	Výr.
drát P51001167 (ph)	003_27.04.2011	12000 / 8 ks	Audi AU316 (Q3) W	BMS-2	33,3 h	Výr.
wire P51002649	000_17.12.2013	5400 / 9 ks	Nissan B12LTiida	BMS-2	8,5 h	Výr.
drát P51001081 (zn)	001_07.09.2010	6000 / 3 ks	Audi AU316 (Q3) W	BMS-2	7,1 h	Výr.
drát P51001596	000_28.02.2011	1200 / 1 ks	Nissan X11M	GE 10	1,8 h	Výr.
drát P51001593	000_17.02.2011	6000 / 12 ks	Nissan X11M	MT8	5,5 h	Výr.
drát P51001589	000_24.02.2011	800 / 1 ks	Nissan X11M	MT8	1,4 h	Výr.
drát P51001603	000_25.02.2011	1000 / 1 ks	Nissan X11M	MT8	1,0 h	Výr.

Obr. 18 Stávající výrobní příkaz [18]

6.2 ÚSEK VÝROBY

Veškeré rozvrhování výroby za stávajícího stavu je pouze na mistru výroby. Rozvrhování výroby probíhá na základě obdržených výrobních příkazů, viz obrázek 19. Všechny ostatní aspekty, jako jsou minimální výrobní dávky, použití alternativních výrobních strojů, seřizovací časy atd. nejsou v systému správně zadány. Skupiny alternativních strojů si mistr výroby pamatuje a rozvrhuje na základě svých vědomostí a zkušeností. Výrobní dávky nejsou mnohdy dodržovány, jelikož by se v mnohých případech nestihlo expedovat zboží včas. Proto jsou výrobní dávky zmenšovány a stoupá podíl seřizování, čímž se snižuje využití výrobních kapacit. Tímto se výroba dostává do cyklických problémů mající za následek snížené využití výrobních kapacit a problémů s včasným plněným expedičních příkazů i přes non-stop provoz.

6.2.1 ODVÁDĚNÍ VÝROBY

K odvádění výroby slouží terminály ve výrobních halách. Po splnění výrobní dávky, případně v jejím průběhu jsou výrobky zkontrolovány a koordinátory výroby označeny identifikačními kódy. Po tomto označení štítky s čárovými kódy je zboží přijato na sklad.

7 NASTAVENÍ VSTUPNÍCH DAT PRO ROZVRHOVÁNÍ VÝROBY

Jak bylo zmíněno výše v rešeršní části, systémy plánování a rozvrhování výroby jsou zcela závislé na aktuálních a správných vstupních datech. Bohužel ve výchozím stavu nebyly zdaleka všechny vstupní údaje dostupné. Pokud ano, tak mnohdy byly zadány realitě neodpovídající hodnoty.

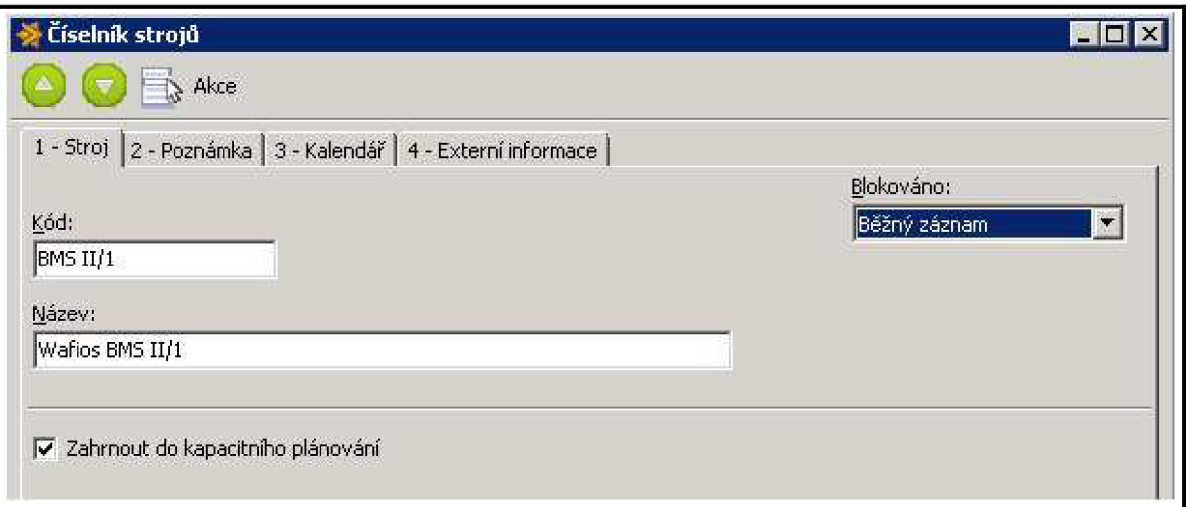
Pro testování byly manažerem výroby určeny čtyři typy výrobků a jedna skupina strojů, čítající dva zaměnitelné výrobní stroje typu Wafios BMS-2.

Obr. 19 Wafios BMS-2

7.1 VÝROBNÍ ZDROJE

7.1.1 ČÍSELNÍK STROJŮ

Výrobní stroje byly již v systému zavedeny. V číselníku stojů bylo nutno potvrdit volbu *Zahrnout do kapacitního plánování.* K číselníku strojů se uživatel dostane v modulu *Technická příprava výroby*, karta *Číselník pracovišť*, pod-karta *Číselník strojů*.

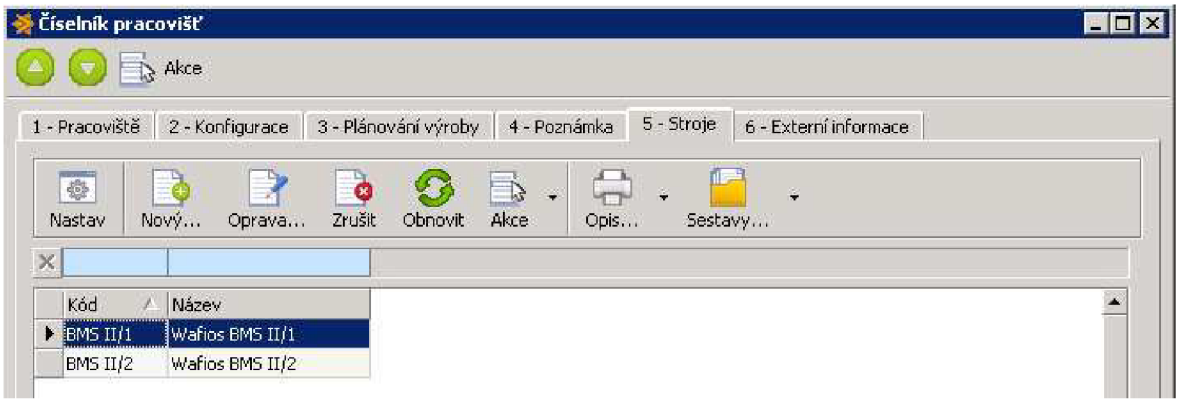


Obr. 20 Číselník strojů [19]

Dále bylo potřeba stojům přiřadit kalendář, na kartě 3 v číselníku stojů. (viz obr. 19) Nastavení kalendáře je popsáno v kapitole 6.2

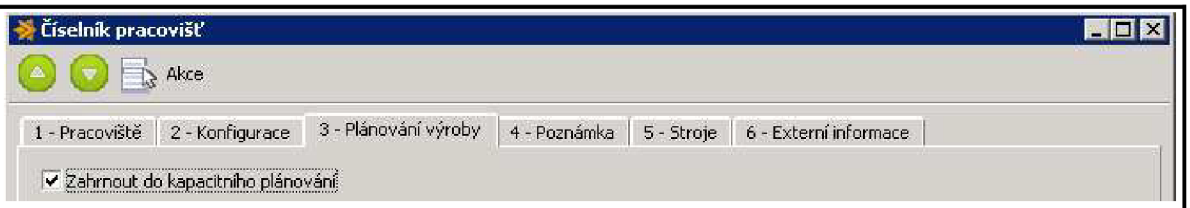
7.1.2 ČÍSELNÍK PRACOVIŠŤ

V kartě *Číselník pracovišť* jsou definovány skupiny výrobních strojů. Pracoviště je definováno nejméně jedním výrobním strojem vybraným z číselníku strojů. Pracoviště však může být naplněno i více stroji, jež jsou vzájemně zaměnitelné, potom se jedná o skupinu alternativních strojů na jednom pracovišti. O přiřazení strojů danému pracovišti se uživatel přesvědčí v kartě *5 - Stroje,* kde je zároveň možné editovat přiřazení strojů k pracovišti.



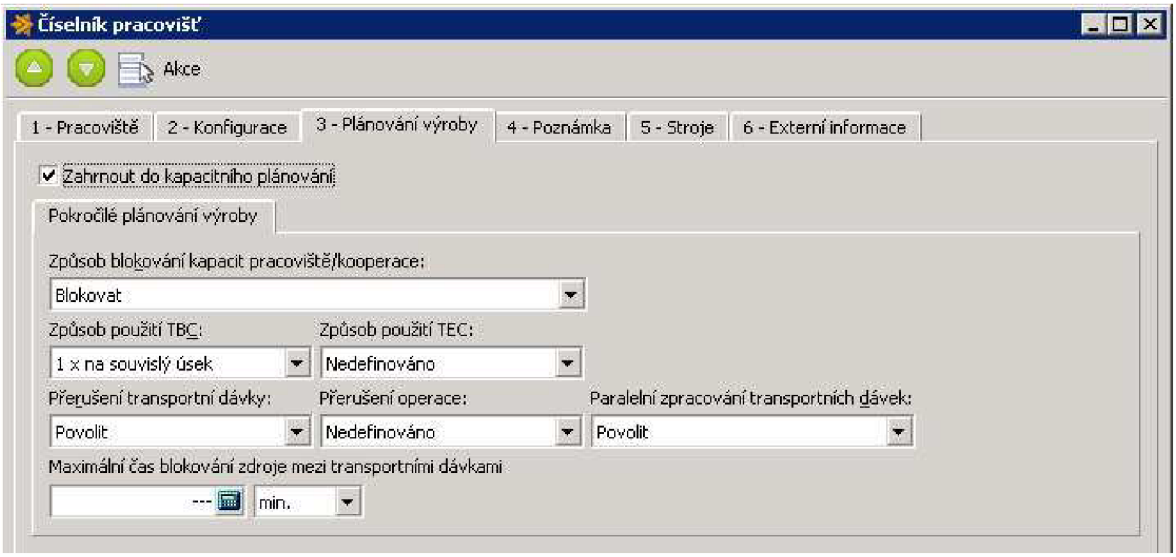
Obr. 21 Číselník pracovišť - definování alternativních stojů [19]

I v číselníku pracovišť je nutno potvrdit volbu *Zahrnout do kapacitního plánování,* nacházející se na kartě *3 – Plánování výroby.*



Obr. 22 Číselník pracovišť -volba zahrnout do kapacitního plánování [19]

V této kartě je vnořena podkarta *Pokročilé plánování výroby,* kterou bylo potřeba kompletně nastavit.



Obr. 23 Číselník pracovišť - karta 3 - Plánování výroby [19]

Způsob blokování kapacit pracoviště/kooperace bude implicitně nastavena na volbu *Blokovat.* Tato volba zajistí blokování daného pracoviště výrobní operací, aby nemohlo dojít k překrývání více operací u pracoviště v jeden čas.

Způsob použití TBC bude nastavena na volbu *1x na souvislý úsek.*

Způsob použití TEC nebude definováno, jelikož ukončovací časy v tomto typu výroby nejsou používány.

Přerušení transportní dávky bude *povolena*, jelikož technologicky dávku lze přerušit.

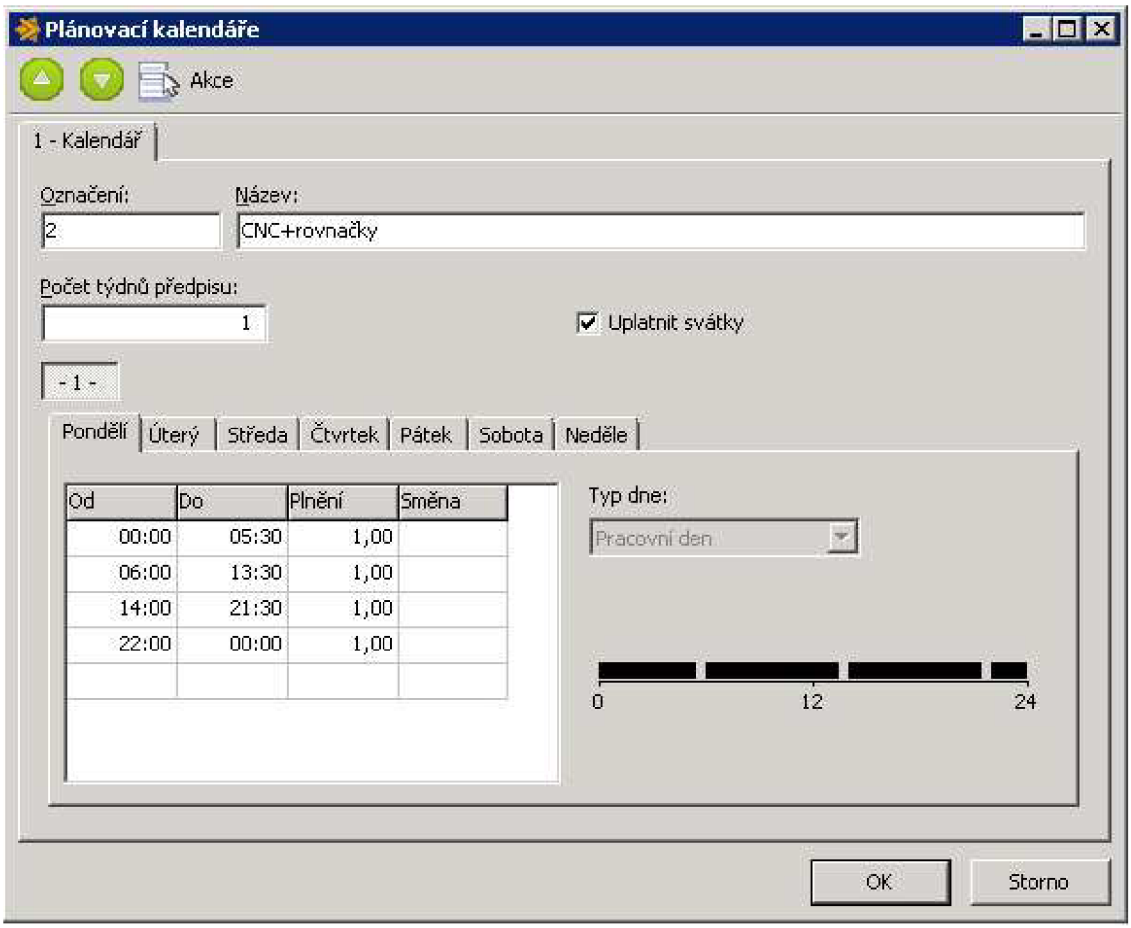
Přerušení operace bude nastaveno na volbu *nedefinováno.*

Paralelní zpracování transportních dávek bude nastaveno na hodnotu *povolit.* Tato volba umožňuje systému rozvrhnout dávky jedné operace na alternativní stroje jednoho pracoviště. Ačkoli tato volba může mít za následek dvounásobný seřizovací čas, při hrozbě nestihnutí splnění výrobního příkazu je upřednostněno dodržení termínu.

Volba *Maximální čas blokování zdroje mezi transportními dávkami*, nemá při povolení přerušení transportní dávky význam.

7.2 KALENDÁŘ

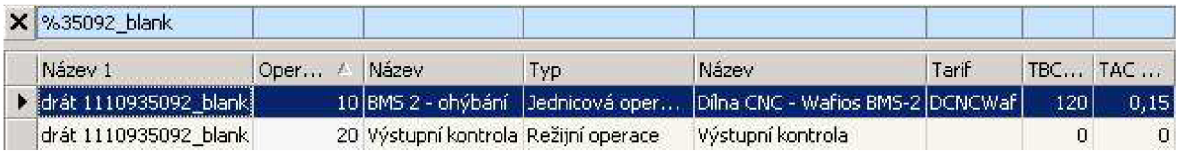
Jak bylo v kapitole 6.1.1 naznačeno, další nezbytností je nastavení kalendáře. Nastavení plánovacího kalendáře se provede v modulu *Pomocné číselníky* v kartě *Plánovací kalendáře.*



Obr. 24 Plánovací kalendář [19]

7.3 STROJNÍ ČASY

Strojní časy je nutno rozdělit na strojní čas přípravný, neboli seřizovací, který IS Helios označuje jako *TBC – přípravný čas;* a čas výrobní normy, jež je v IS Helios nazván jako *TAC – jednicový čas*. *TEC – ukončovací čas* není ve firmě používán.



Obr. 25 Strojní časy [19]

7.3.1 TBC – PŘÍPRAVNÝ ČAS

Firma Alba-Metal se potýká s nedostatkem zkušených a kvalifikovaných pracovníků na pozici seřizovače CNC, což má za následek značný rozptyl v přípravném čase v závislosti na konkrétním pracovníkovi. Ve výchozím stavu nebyly přípravné časy vůbec zadány, případně nebyly odpovídající pravdě. TBC byly stanoveny jako průměrná hodnota na základě zkušeností vedoucího výroby.

7.3.2 TAC – JEDNICOVÝ ČAS

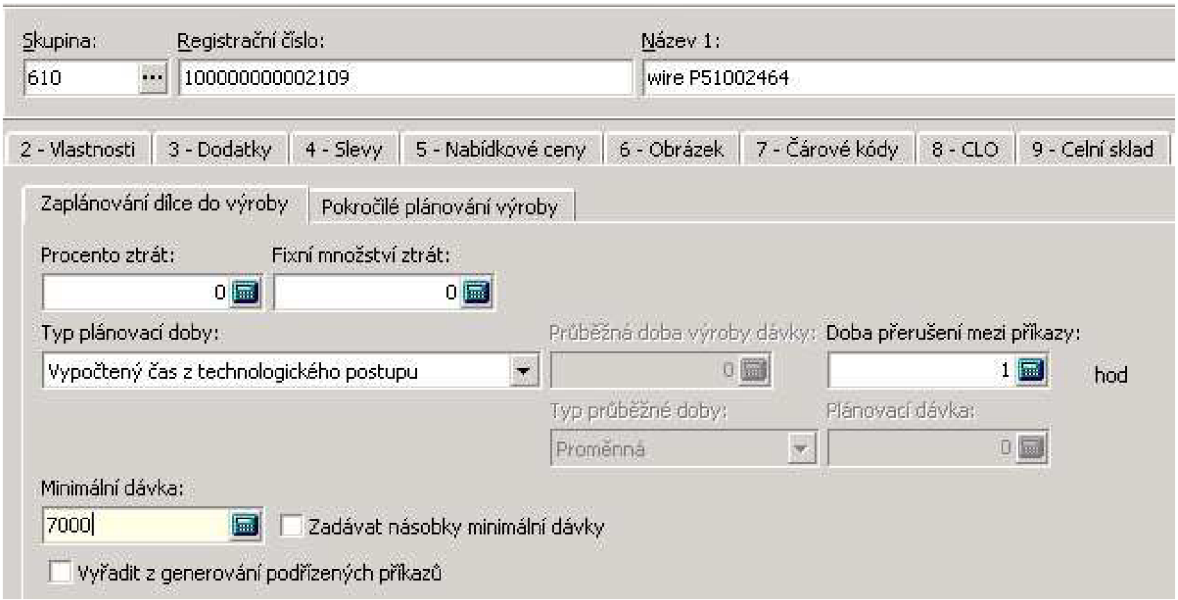
Neboli výrobní normy, jsou v systému zadány správně, jelikož už ve výchozím stavu jsou tyto data používány pro výpočty mezd pracovníků a k hrubému odhadu času nutného ke splnění daného výrobního příkazu (viz. Obr. 18).

7.4 MINIMÁLNÍ VÝROBNÍ DÁVKA

Na základě zákazníkem stanoveného výhledu roční spotřeby daného typu výrobku je spočítána plánovaná týdenní spotřeba. U tzv. vysokoobrátkových drátů dochází k dodávkám zákazníkovi zpravidla právě v týdenních lhůtách. Po jednání s hlavním technologem, který má na starost i kalkulace nových projektů bylo na základě jeho kalkulací a zkušeností dohodnutá minimální výrobní dávka odpovídající dvounásobku týdenní spotřeby po zohlednění balícího předpisu. Balící předpisy byly už ve výchozím stavu u všech výrobků nastaveny správně, jelikož tento předpis je používán.

Nastavení minimální výrobní dávky se provádí v modulu *Technická příprava výroby*, v kartě *Vyráběné dílce*. Po nalezení (vyfiltrování) daného výrobku se v kartě *Plánovací parametry* nastaví příslušná hodnota.

U některých výrobků bylo zjištěno potvrzení volby *Zadávat násobky minimální dávky*. Tato volba je však z technologického hlediska pro sortiment firmy nepotřebná a nesmí být potvrzena.



Obr. 26 Minimální výrobní dávka [19]

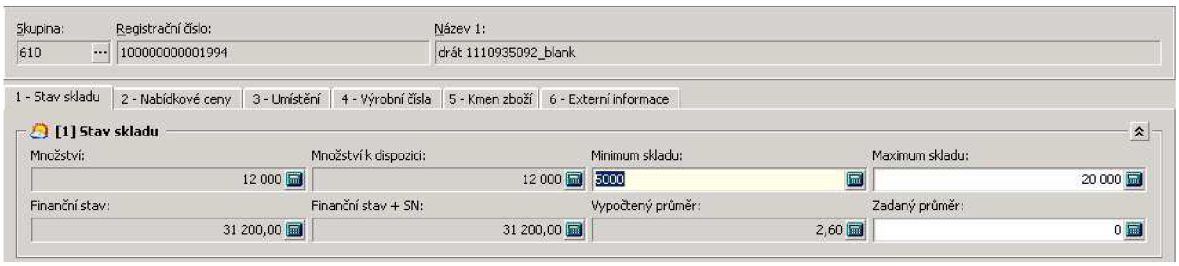
7.5 MINIMUM A MAXIMUM SKLADOVÝCH ZÁSOB

Další nutné podklady pro testování provozu pokročilého plánování a rozvrhování výroby je nastavení minimální a maximální skladové zásoby u konkrétních výrobků. Ve výchozím stavu jsou nastaveny pouze nereálné hodnoty, které byly do systému zadány před plánovaným auditem a to tak, aby se současný stav skladových zásob nacházel vždy mezi minimem a maximem.

S hlavním technologem byl dohodnut následující algoritmus stanovení minimálních a maximálních skladových zásob u tzv. vysokoobrátkových drátů, které byly manažerem výroby určeny k testování.

Minimum na skladu odpovídá týdenní spotřebě daného výrobku. Maximum skladu odpovídá dvounásobku výrobní dávky, nebo-li čtyřnásobku týdenní spotřeby.

Minimum a maximum skladových zásob se nastavuje v modulu *Oběh zboží*, v kartě *Stav skladu*. U daného výrobku jsou pak tyto hodnoty v kartě *Stav skladu.*



Obr. 27 Minimum a maximum skladu [19]

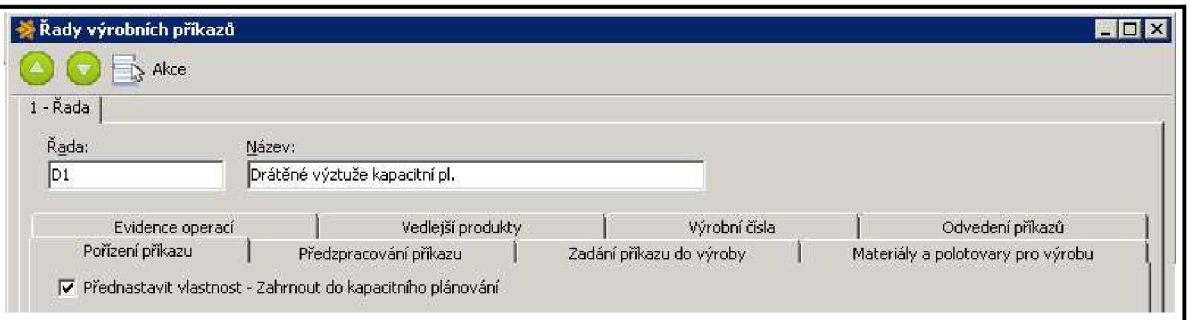
Samozřejmě i minimum a maximum stavu na skladu musí odpovídat násobkům balícího předpisu, aby nemohlo dojít k naskladnění a následnému vyskladnění nestandardního počtu výrobků v přepravním obalu.

7.6 NASTAVENÍ ŘADY VÝROBNÍCH PŘÍKAZŮ

Nastavení příslušné řady výrobních příkazů definuje, jak se budou tyto příkazy dané řady chovat při postupu zakázky. Jelikož nebyla karta *Pokročilé plánování výroby* používána, bylo zapotřebí vytvořit novou řadu výrobních příkazů a tu odpovídajícím způsobem nastavit.

7.6.1 NASTAVENÍ ZÁLOŽKY *POŘÍZENÍ PŘÍKAZU*

V záložce *Pořízení příkazu* je nutno potvrdit volbu *Přednastavit vlastnost – Zahrnout do kapacitního plánování.* Funkce této volby je patrná z názvu.

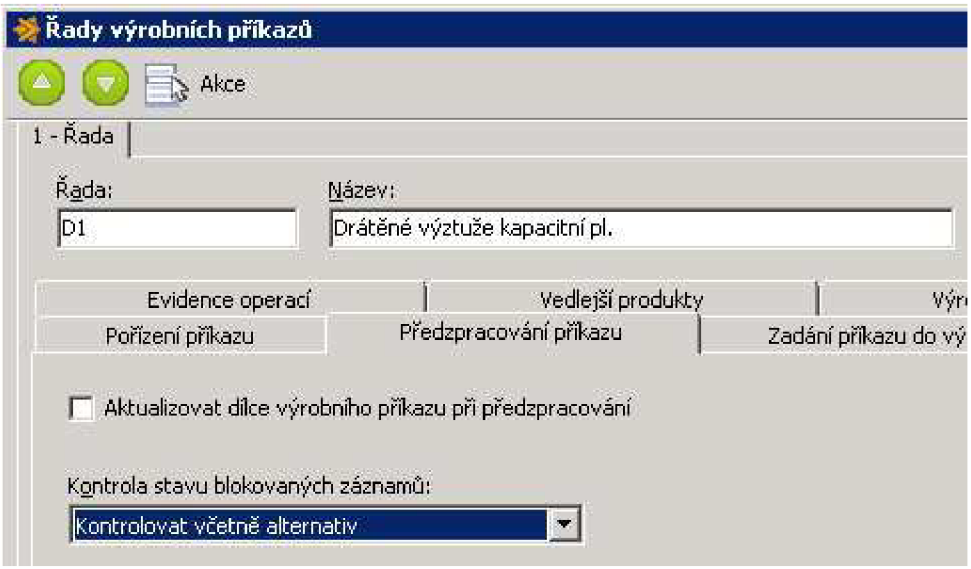


Obr. 28 Nastavení řady VP - Pořízení příkazu [19]

7.6.2 NASTAVENÍ ZÁLOŽKY *PŘEDZPRACOVÁNÍ PŘÍKAZU*

Potvrzením volby *Aktualizovat dílce výrobního příkazu při předzpracování* přepočítá systém potřebu montážních dílců při změně na stav předzpracováno. Pokud volba potvrzena nebude, vznikne seznam montážních dílců při stavu pořízeno u výrobního příkazu.

Z nabídky *Kontrola stavu blokovaných záznamů* vybereme *Kontrolovat včetně alternativ.*



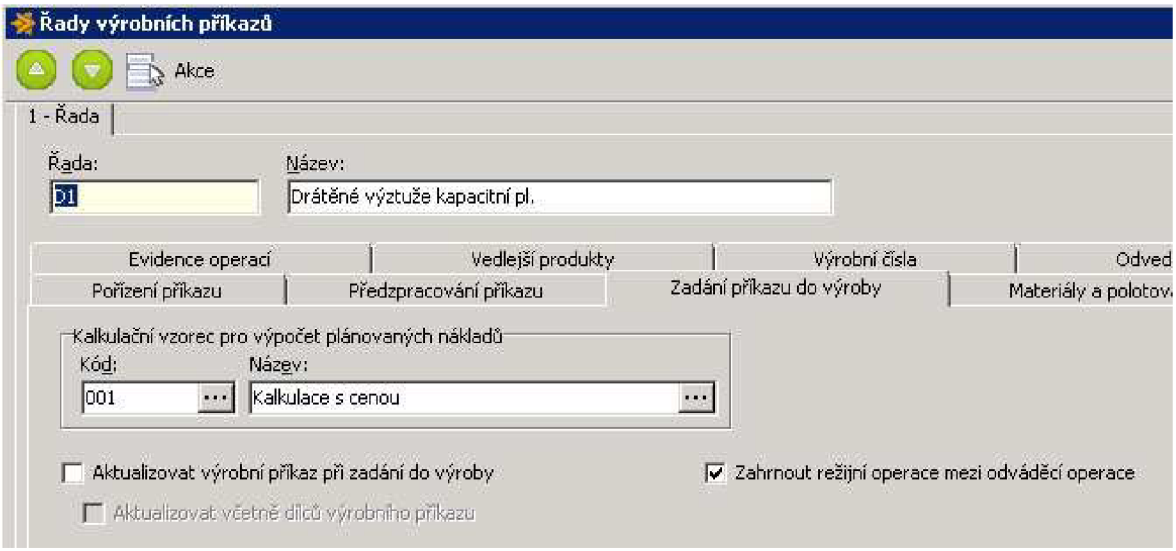
Obr. 29 Nastavení řady VP - Předzpracování příkazu [19]

7.6.3 NASTAVENÍ ZÁLOŽKY *ZADÁNÍ PŘÍKAZU DO VÝROBY*

Pole *Kalkulační vzorec pro výpočet plánovaných nákladů* musí být zadán vždy, čili byl zadán už ve výchozím stavu a nebylo potřeba se jím zabývat.

Volba *Aktualizovat výrobní příkaz při zadávání do výroby* musí zůstat nepotvrzena. Jejím potvrzením jsou totiž ignorovány všechny zásahy plánovače výroby, které provedl mezi stavem výrobního příkazu *předzpracováno* a *zadáno do výroby*. Ztráta těchto změn je právě způsobena aktualizací výrobního příkazu při zadáním do výroby.

Potvrzením volby *Zahrnout režijní operace mezi odváděcí operace* se rozumí možnost odvést výrobní příkaz na sklad nebo na úroveň vyššího výrobního příkazu i po režijní operaci, například po kontrole.



Obr. 30 Nastavení řady VP - Zadání příkazu do výroby [19]

Ostatní záložky nesouvisejí přímo s rozvrhováním výroby, nebo jejich nastavení není nezbytně nutné pro zahájení používání pokročilého plánování výroby.

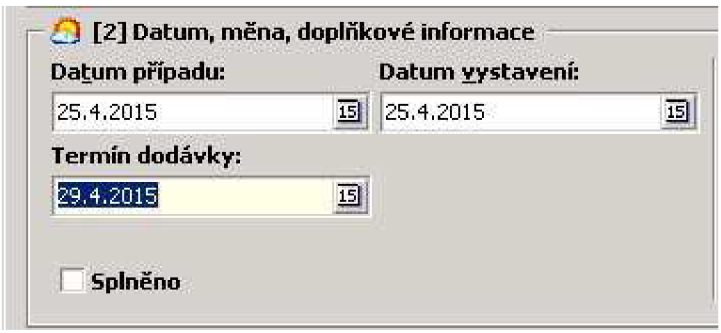
8 NOVÝ PRŮBĚH ZAKÁZKY – ÚSEK LOGISTIKY

V této kapitole je navrhnut průběh zakázky ve firmě Alba - Metal. Zároveň budou definovány základní kroky postupu a nastavení systému při zpracování objednávek.

8.1 TVORBA EXPEDIČNÍHO PŘÍKAZU

Na základě přijetí objednávky od zákazníka vytvoří úsek logistiky expediční příkaz. Tato akce se provádí v modulu *Oběh zboží* v kartě *Expediční příkazy*. Po kliknutí na tlačítko *Nový* se vybere z nabízených druhů dokladů o pohybu zboží, v našem případě *Expediční list – Drátěné výztuže*. Dále bude popsáno jen zadání údajů nutných pro pokročilé plánování výroby. Ostatní aspekty, nutné například pro vyúčtování mezd, popisovány nebudou.

Na první kartě *1 – Hlavička* je nutno zadat *Termín dodávky*.



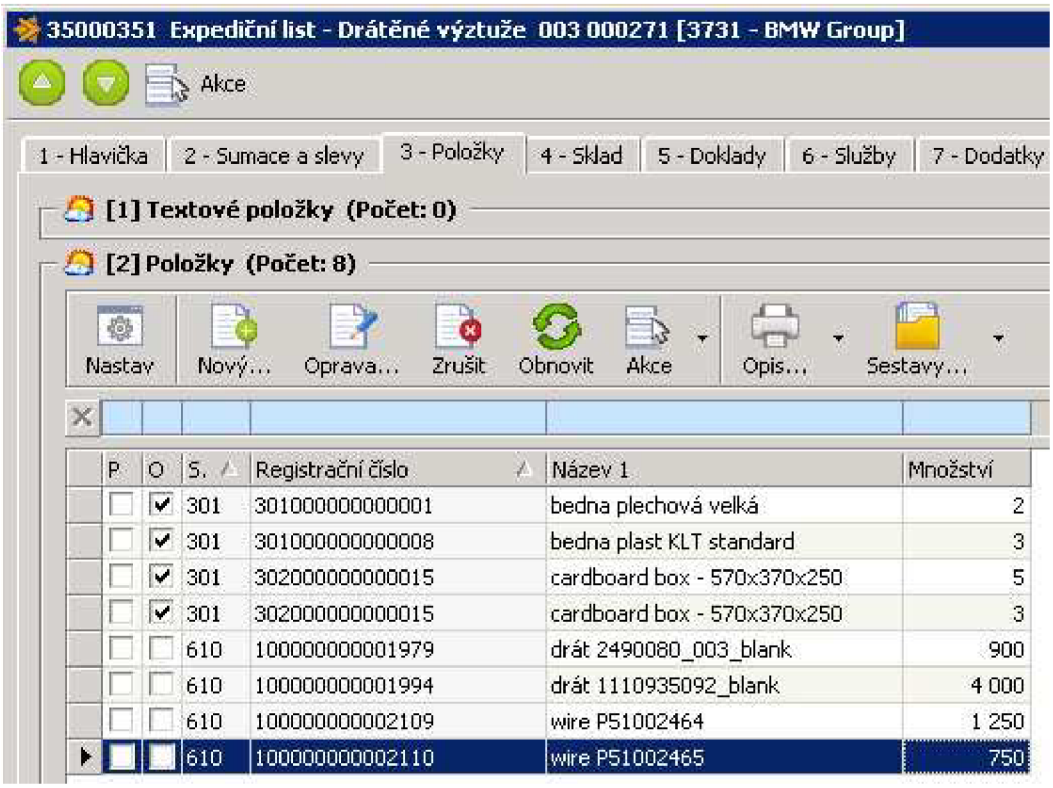
Obr. 31 Termín dodávky [19]

Na kartě *4 – Sklad* se postupně zadávají všechny objednané výrobky. Nejsnadněji se vyhledává pomocí znaku %, který umožní vyhledání všech záznamů, které obsahují hledaný výraz. Systém umožňuje nastavení zobrazovaných veličin, jako výchozí zobrazení bylo nastaveno: *Balící předpis, Minimum skladu, Množství k dispozici, Maximum skladu, Minimální výrobní dávky*.

Obr. 32 Vyhledání ve skladu [19]

Po poklepání na daný drát je potřeba zadat množství, které by už objednávce zákazníka mělo být násobkem balícího předpisu.

Rekapitulaci a kontrolu zadaných množství všech objednaných výrobků je možno provést v kartě *3 – Položky*.



P	O	S.	Registrační číslo	Název 1	Množství
☐	☑	301	301000000000001	bedna plechová velká	2
☐	☑	301	301000000000008	bedna plast KLT standard	3
☐	☑	301	302000000000015	cardboard box - 570x370x250	5
☐	☑	301	302000000000015	cardboard box - 570x370x250	3
☐	☐	610	100000000001979	drát 2490080_003_blank	900
☐	☐	610	100000000001994	drát 1110935092_blank	4 000
☐	☐	610	100000000002109	wire P51002464	1 250
☐	☐	610	100000000002110	wire P51002465	750

Obr. 33 Expediční list, kontrola položek [19]

Tvorba expedičního příkazu se potvrdí kliknutím na *Def. OK*.

9 NOVÝ PRŮBĚH ZAKÁZKY - GENEROVÁNÍ VÝROBNÍCH OBJEDNÁVEK

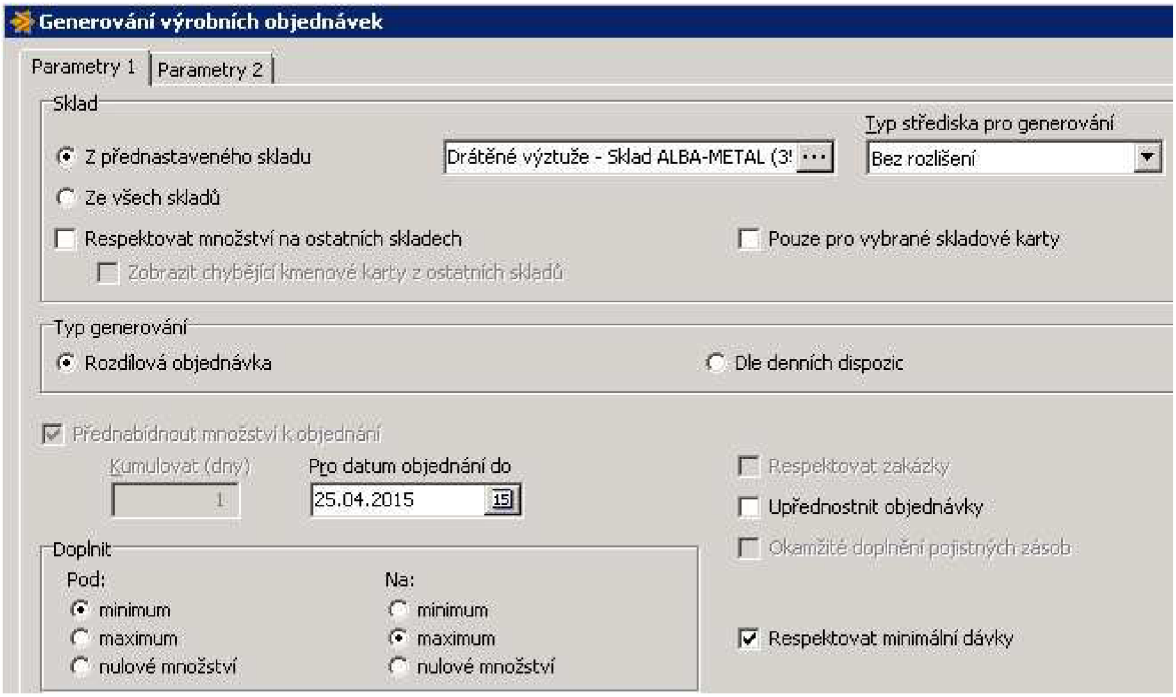
9.1 POŽADAVKY SKLADU

Pro nastavení formuláře ke generování výrobních objednávek postupujeme v modulu *Řízení výroby*, kartě *Výrobní plán* klikem pravým tlačítkem myši vybereme *Požadavky…* a klikneme na *Požadavky skladu*.

9.1.1 NASTAVENÍ PARAMETRŮ 1

Jako první se nastavuje z jakého skladu se mají výrobní objednávky generovat. Právě tato volba umožňuje zefektivnit řízení konsignačních skladů a objednávek pro tyto sklady popsané v kapitole 5.1.1, samozřejmě za předpokladu přesných aktuálních dat zadaných v systému.

Volba *Rozdílová objednávka* prověří stav skladu a generuje výrobní objednávky dle nastavených kritérií ve volbě *Doplnit*.



Obr. 34 Generování rozdílové výrobní objednávky [19]

U vysokoobrátkových drátů bude pole *Doplnit* nastaveno na generování objednávek, jakmile stav skladu klesne pod minimum a doplní se stav skladu na maximum.

Volba *Respektovat množství na ostatních skladech* nesmí být potvrzena, jelikož hlavně ostatní konsignační sklady zákazníků spolu nemají nic společného a nejde tak tyto sklady vzájemně jakkoli propojovat.

Volba *Respektovat minimální dávky* musí být potvrzena.

U výrobků, které již mají statut *V útlumu,* se nabízí možnost použít volbu generování požadavků *Pouze pro vybrané skladové karty.* U těchto výrobků pak nastavit *Doplnit, Pod: minimum, Na: minimum* s respektováním minimální výrobní dávky.

9.1.2 NASTAVENÍ PARAMETRŮ 2

Generování výrobních objednávek zohledňuje i budoucí pohyby zboží, tyto pohyby se nastavují v podkartě Parametry 2.

POHYBY ZVYŠUJÍCÍ VIRTUÁLNÍ STAV SKLADU

- Nevykryté vydané objednávky
- Nerealizované příjmy na sklad
- Nerealizovaná storna výdejek ze skladu
- Nepokryté vydané objednávky
- Budoucí výrobní příkazy

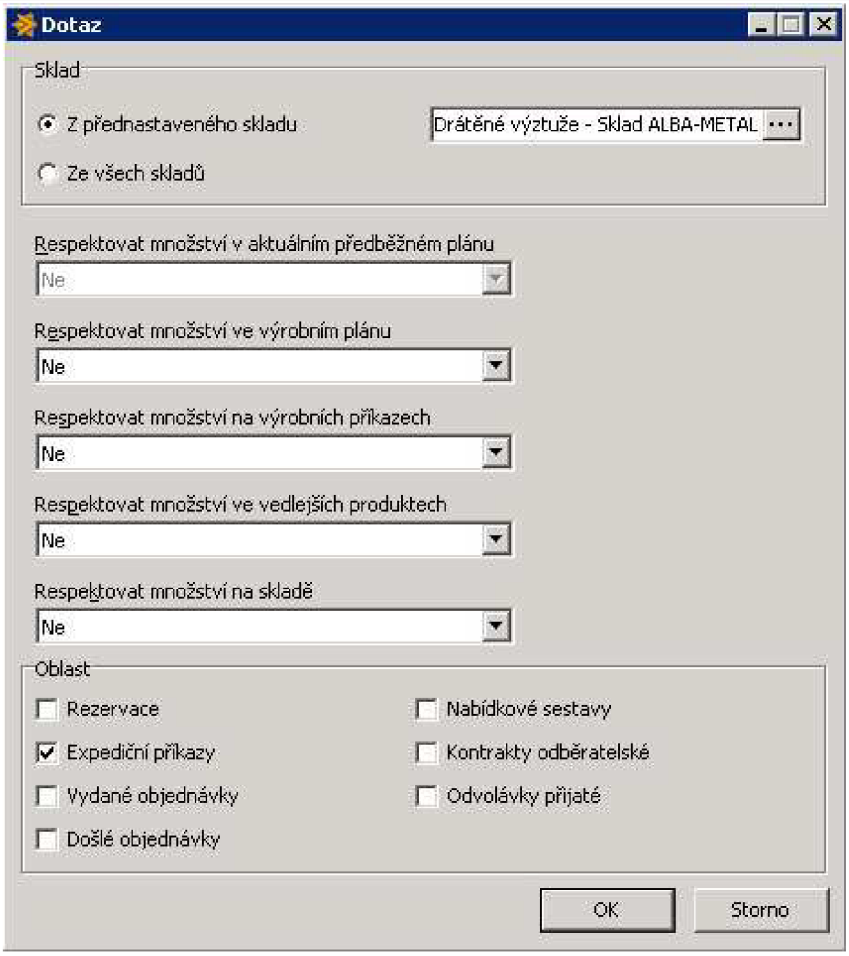
POHYBY SNIŽUJÍCÍ VIRTUÁLNÍ STAV SKLADU

- Nerealizované výdeje ze skladu
- Nerealizovaná storna příjemek ze skladu
- Nepokryté expediční příkazy
- Nepokryté rezervace
- Nepokryté došlé objednávky
- Nepokryté přijaté odvolávky

Karta Generování výrobních objednávek se potvrdí tlačítkem OK, čímž se vygenerují objednávky do výrobního plánu.

9.2 POŽADAVKY Z DOKLADŮ

Funkce *Požadavky z dokladů* je primárně určena pro zakázkový typ výroby, ovšem je možné ji použít při generování výrobků se statusem *Ve vývoji*. Nastavení oblasti *Sklad* je totožná při generování objednávek požadovaných skladem. Vzhledem ke specifikům výrobě těchto vzorků stačí nastavit všechna kritéria na *Ne* a z nabídky *Oblast* stačí mít potvrzenou volbu *Expediční příkazy.*



Obr. 35 Požadavky z dokladů [19]

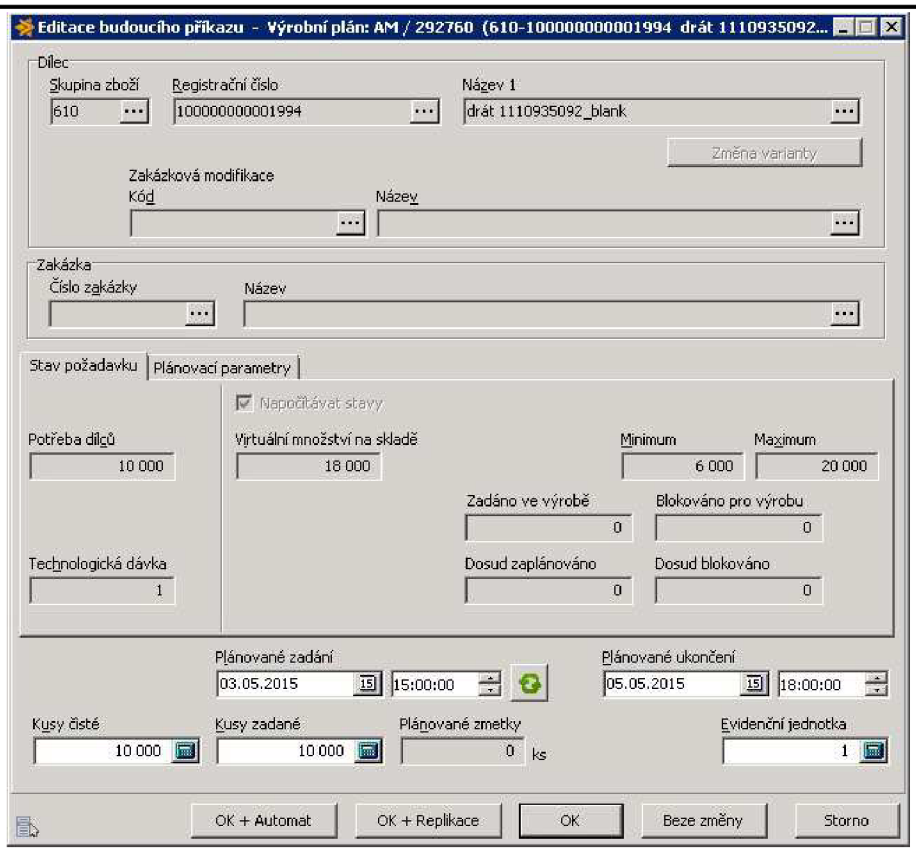
9.3 VÝROBNÍ PLÁN

Ve výrobním plánu se zobrazí veškeré výrobní požadavky skladu. Ve výrobním plánu je možné dané objednávky editovat například měnit plánované ukončení výroby, aktualizovat zaplánované množství atd.

9.3.1 ZAPLÁNOVÁNÍ DO VÝROBY

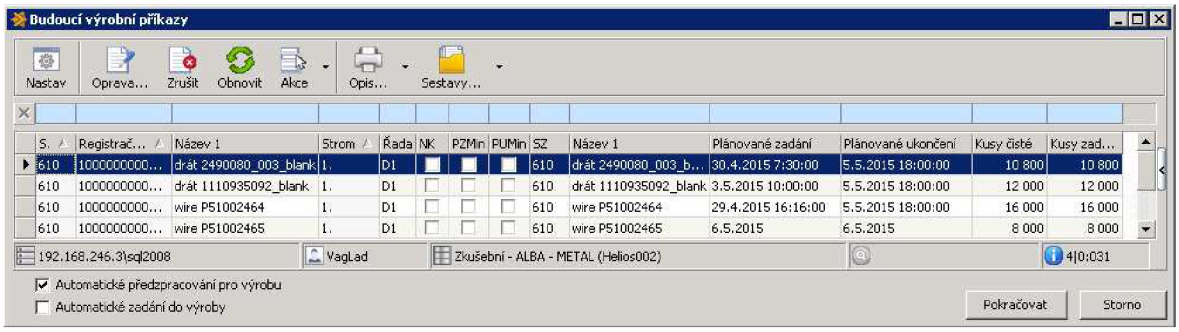
Funkcí *Zaplánování do výroby* se pro označené položky ve výrobním plánu generují výrobní příkazy na konkrétní výrobky. U vícestupňových výrobků se generují výrobní příkazy pro všechny vstupní výrobky dle kusovníku, nutné k výrobě finálního výrobku.

Před zaplánováním výroby je možné editovat budoucí výrobní příkaz, pokud není využita nabídka automatického zaplánování do výroby. Tento formulář se zobrazí po výběru *Řady výrobních příkazů*.



Obr. 36 Editace budoucího příkazu [19]

Volbou *Automatického zaplánování do výroby* provede systém výpočet dle nastavených parametrů a následně zobrazí budoucí výrobní příkazy ke schválení. I s touto automatickou volbou má tak uživatel možnost zasahovat do procesu zaplánování do výroby.



Obr. 37 Kontrola budoucích výrobních příkazů

U budoucích výrobních příkazů je možné kontrolovat varovné příznaky ve sloupcích s označením:

- NK - Není vygenerovaný kalendář pro dané plánovací období
- PZMin – Signalizuje plánovaný čas výroby zadaný v minulosti (zpětné rozvrhování)

- PUMin – Signalizuje plánované ukončení výroby v minulosti (dopředné rozvrhování)

Pro načtení budoucích výrobních příkazů do karty *Pokročilé plánování výroby* v modulu *Řízení výroby* je v tomto formuláři nutno potvrdit volbu *Automatické předzpracování pro výrobu.* Volbu *Automatické zadání do výroby* necháme nepotvrzenou, aby bylo možno s výrobními příkazy dále pracovat v kartě *Pokročilé plánování výroby.*

10 NOVÝ PRŮBĚH ZAKÁZKY - POKROČILÉ PLÁNOVÁNÍ VÝROBY

10.1 NAČTENÍ NOVÝCH VÝROBNÍCH POŽADAVKŮ

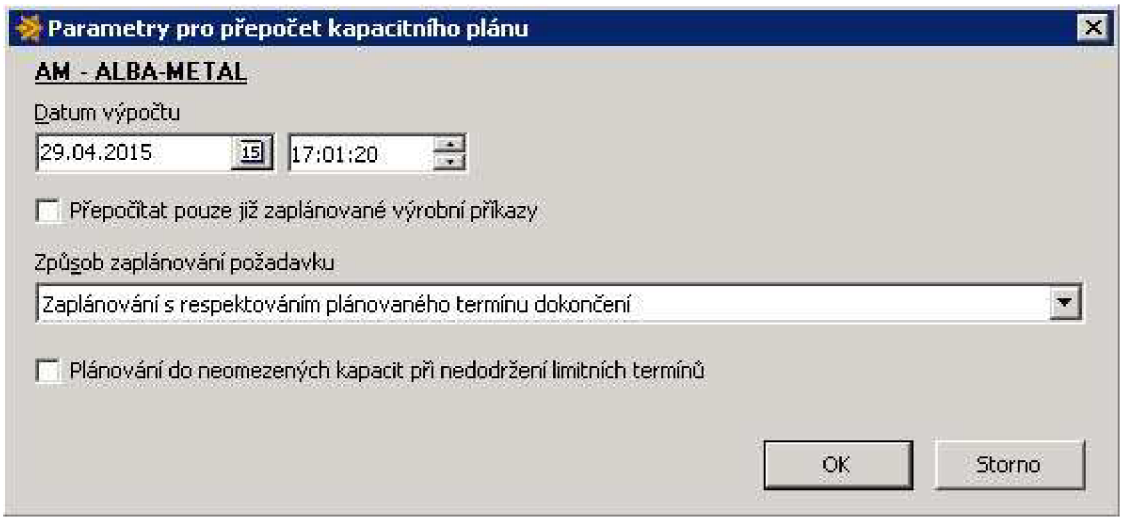
Je možné dvěma způsoby a to buď hromadným kompletním přepočtem, nebo po jednotlivých zakázkách či příkazech přímo v zobrazení Ganttova diagramu.

10.1.1 KOMPLETNÍ PŘEPOČET ROZVRHU VÝROBY

Hromadný přepočet provede plánovač výroby klikem na tlačítko *Přepočet…* v kartě *Pokročilé plánování výroby.*

Obr. 38 Tlačítko přepočet [19]

Tímto je aktivován kompletní přepočet rozvrhu výroby, kdy jsou vymazány předchozí vypočtená data, s výjimkou těch uzamčených v rozvrhu. Před přepočtem je nutno zadat vstupní parametry výpočtu. Pořadí plánovaných výrobních příkazů je dáno prioritou výrobního příkazu a plánovaným termínem dokončení.



Obr. 39 Parametry pro přepočet kapacitního plánu [19]

Datum výpočtu definuje, od jakého data dál bude plánování probíhat.

Volba *Přepočítat pouze již zaplánované výrobní příkazy* slouží k definování, zda přepočet proběhne se všemi aktuálními výrobními příkazy, či zda dojde k propočtu pouze již zaplánovaných výrobních příkazů v daném rozvrhu. Neboli bez načtení nových výrobních příkazů, které byly vytvořeny od posledního výpočtu.

Způsob zaplánování požadavků nabízí tři možné volby.

- *Zaplánování s respektováním plánovaného termínu dokončení* – Výpočet závisí na termínu ukončení výroby finálního výrobku s optimalizací minimální rozpracovanosti výroby. Výpočet tedy vychází ze zpětného rozvrhování.
- *Okamžité zaplánování od data výpočtu* – Tento typ výpočtu vychází z dopředného rozvrhování od zadaného data výpočtu.
- *Zaplánování s respektováním plánovaného termínu dokončení* – Výpočet dle pravidel zpětného rozvrhování.

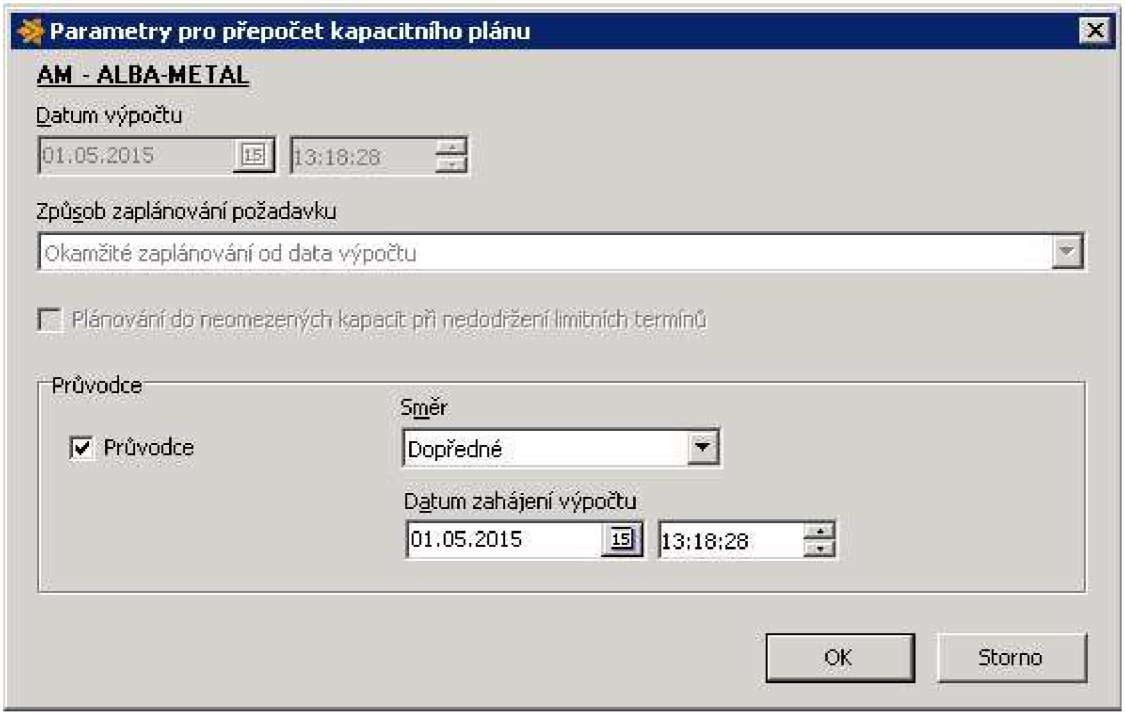
Volba *Plánovat do neomezených kapacit při nedodržení termínů* znamená, že pokud by při rozvrhování došlo k nedodržení zadaných termínů, systém nebude brát na zřetel obsazenost výrobních zdrojů. Tato volba může být velmi užitečná při odhalování úzkých míst ve výrobě. Tato úzká místa budou při výpočtu s potvrzenou volbou plánování do neomezených kapacit využita z více jak 100%.

10.1.2 NAČTENÍ VÝROBNÍCH PŘÍKAZŮ V GANTTOVĚ DIAGRAMU

Další možnost, jak může plánovač výroby načíst předzpracované výrobní příkazy, připravené logistikou, je přímo v Ganttově diagramu. Po kliknutí na příslušné tlačítko *Přidání výrobního příkazu,* se otevře nabídka všech dosud nezaplánovaných výrobních příkazů.

Obr. 40 Přidání výrobního příkazu [19]

Po označení konkrétních výrobních příkazů se tato akce dokončí kliknutím na *Přenos.* Poté se systém dotazuje na parametry pro přepočet. Oproti přepočtu hromadným, kompletním způsobem, u kterého byly popsány způsoby zaplánování požadavků, přepočet z Ganttova diagramu umožňuje použít *Průvodce* pro přepočet kapacitního plánu.



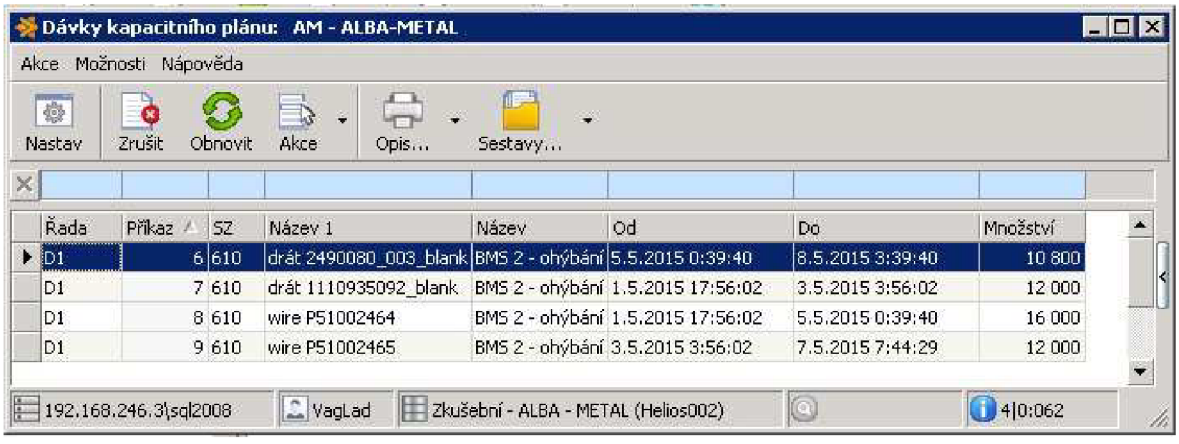
Obr. 41 Průvodce parametry pro přepočet [19]

Tento průvodce umožňuje plánovači výroby volit směr plánování mezi dopředným nebo zpětným a zadat *Datum zahájení výpočtu.*

V Ganttově diagramu je pak možnost zaplánovat jednotlivé nově přidané výrobní příkazy postupně případně tento úkon dokončit hromadně již bez průvodce.

10.2 DÁVKY KAPACITNÍHO PLÁNU

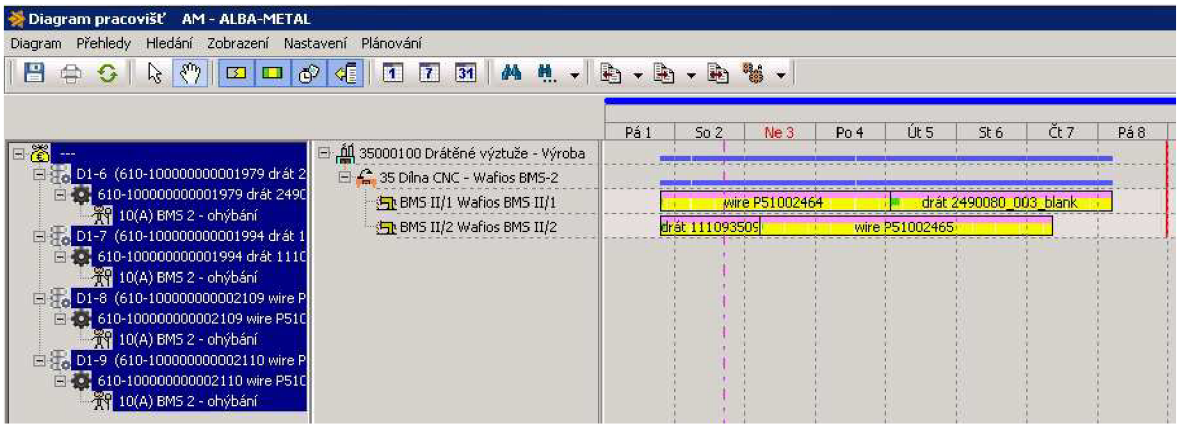
Funkce *Dávky kapacitního plánu* je velmi rychlý nástroj pro přehled všech rozvrhnutých dávek v kapacitním plánu. V tomto tabulkovém přehledu je možné u dávek nastavit či zrušit jejich uzamknutí, zobrazit úseky dávky, její materiálové požadavky a důvody posunu dávky v rozvrhu. Zároveň je zde možnost tabulkově zobrazit přesné časy zahájení a ukončení výroby dávky dle rozvrhu výroby.



Obr. 42 Dávky kapacitního plánu [19]

10.3 DIAGRAM PRACOVIŠŤ

Diagram pracovišť přehledně zobrazuje pomocí Ganttova diagramu předběžně rozvrhnuté výrobní dávky daným pracovištím a strojům v čase.



Obr. 43 Diagram pracovišť [19]

10.3.1 MOŽNOSTI ZOBRAZENÍ

Je možné a velmi užitečné nechat si zobrazit i seznam úkolům, pracovní dobu pracovišť, přípravné strojní časy případně i splněné operace. Všechny tyto volby mají v diagramu pracovišť přímo svou ikonu.

Obr. 44 Ikony zobrazení splněných výrobních dávek, přípravného času, pracovní doby, seznamu úkolů [19]

Přípravný čas je v diagramu zobrazen pomocí světle zeleného úseku u každé výrobní dávky.

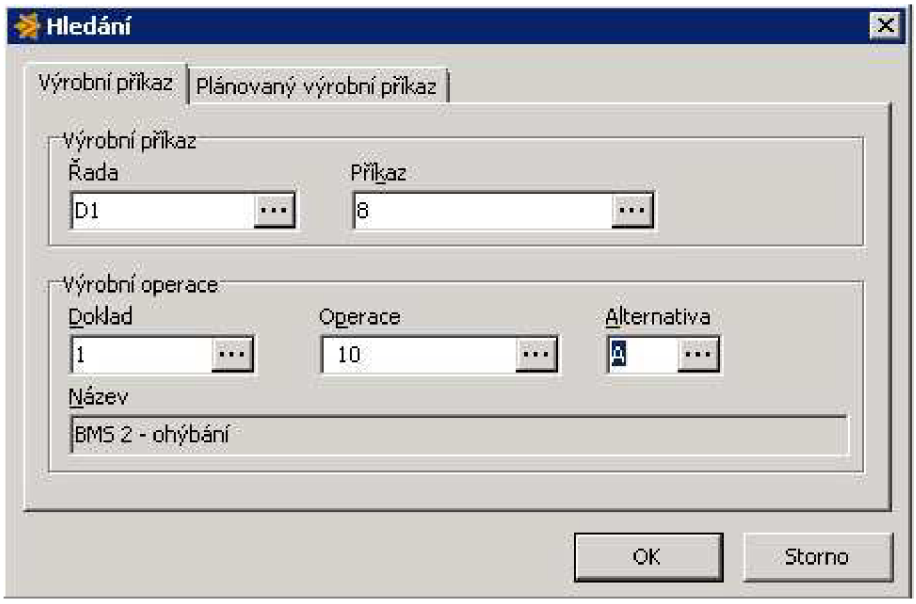
Zobrazením seznamu úkolů se uživateli otevírá možnost zjistit přímo v tomto diagramu pracovišť zadaný termín dodávky daného výrobního příkazu. Po označení hledaného příkazu se v diagramu zobrazí svislá červená čára označující zadaný termín dodávky. V diagramu je možné si daný výrobní příkaz rozbalit a zobrazit si tak vyráběný dílec včetně operací. Graficky se označený výrobní příkaz označí růžovým pruhem, aby bylo patrné, která výrobní dávka v grafu zobrazuje daný výrobní příkaz.

Pro změnu zobrazeného plánovacího období lze buď využít ikon předdefinovaných na zobrazení aktuálního dne, týdne či měsíce, nebo využít klávesových kombinací Ctlr +, či Ctlr -.

Obr. 45 Ikony zobrazení aktuálního dne, týdne, měsíce [19]

10.3.2 HLEDÁNÍ

Při naplnění diagramu velkým množstvím výrobních úkolů, nemusí být efektivní hledat daný výrobní příkaz v seznamu úkolů, proto je vhodnější použít ikonu *Hledání.*

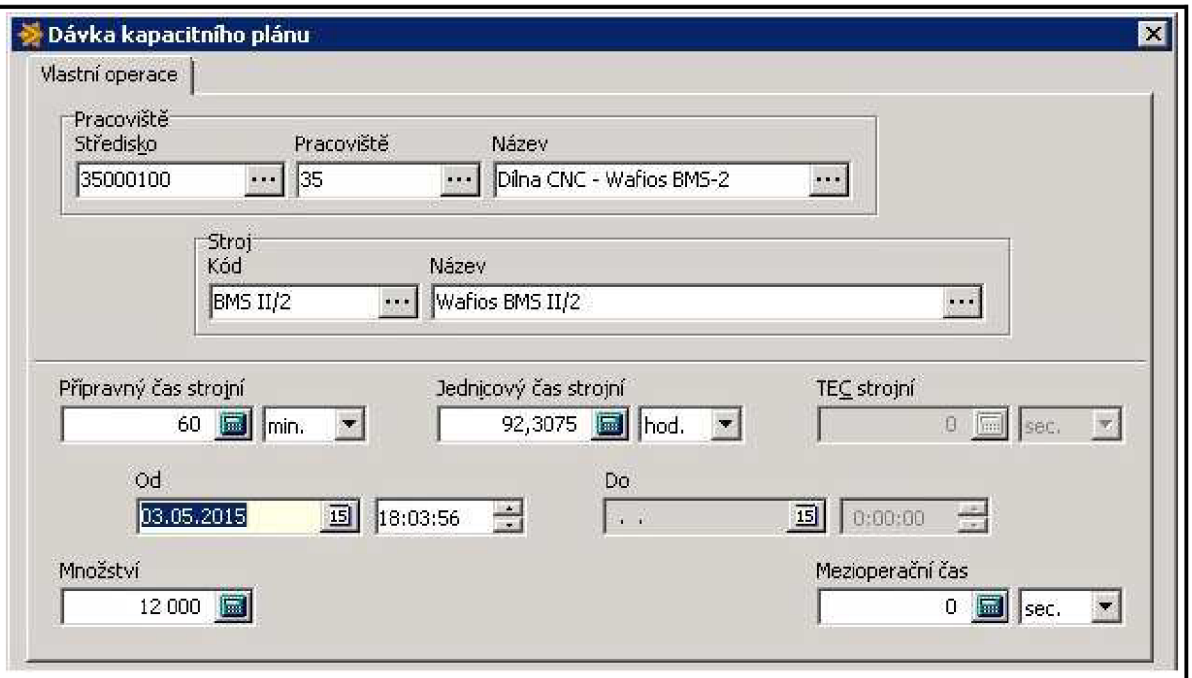


Obr. 46 Funkce hledání v diagramu pracovišť [19]

Po zadání parametrů hledaného výrobního příkazu, případně výrobní operace dojde k označení hledané výrobní dávky červeným rámečkem v Ganttově diagramu.

10.3.3 EDITOVACÍ MÓD

Pro aktivování editovacího módu v diagramu pracovišť slouží klávesa alt. Při jejím stisku má plánovač výroby možnost jednotlivé výrobní dávky, nebo i skupiny označených výrobních dávek posouvat jak v čase, tak výrobní dávku přesouvat mezi alternativními stroji. Přesunou dávku na jiný, než alternativní stroj systém neumožní. Přesunutí výrobní dávky je pak možné dokončit buď okamžitě, což umožní stálé stisknutí klávesy alt, nebo je možné při přesouvání klávesu alt pustit, což vyvolá editační formulář konkrétní dávky.

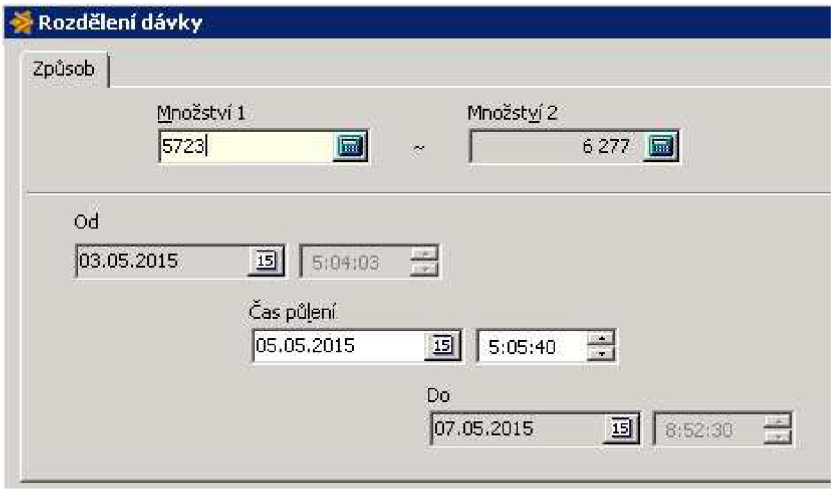


Obr. 47 Editace výrobní dávky [19]

Dvojklikem na výrobní dávku je možné ručně měnit stav naplnění výrobní dávky.

10.3.4 ROZDĚLENÍ VÝROBNÍ DÁVKY

Pokud by bylo například z důvodu hrozícího nedodržení termínu nutno dávku rozdělit, je toto možné provést příkazem *Rozdělení dávky,* ke kterému se plánovač dostane stiskem pravého tlačítka myši na konkrétní výrobní dávku, kde může rovněž editovat zámknutí dávky.



Obr. 48 Rozdělení výrobní dávky [19]

10.3.5 MASKA ÚKOLŮ

Pomocí této funkce lze upravovat, co se uživateli zobrazí po najetí kurzoru myši na výrobní dávku. Byla nastavena tato maska:

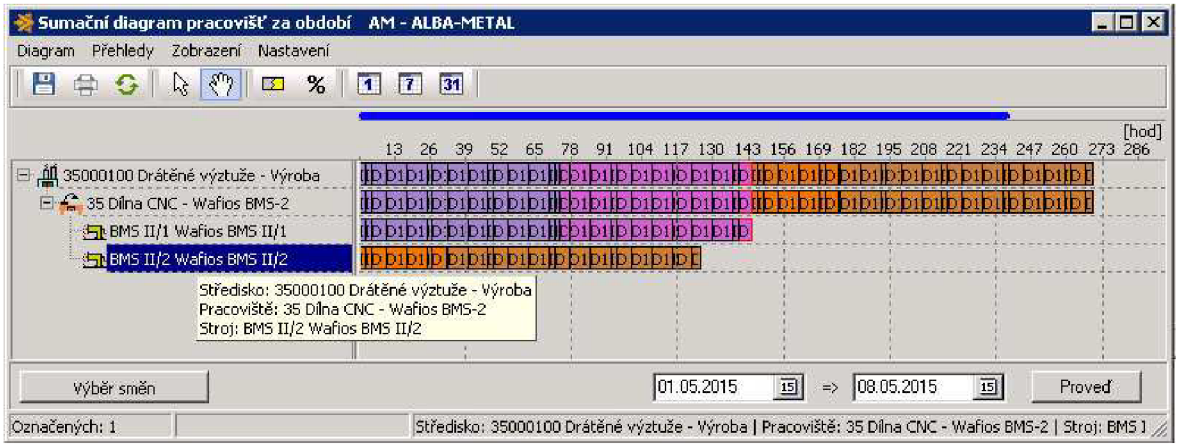
{Dílec z příkazu.Název 1}
Příkaz: {Výrobní příkaz.Řada} - {Výrobní příkaz.Příkaz}
Počet kusů: {Dávka.Množství}
Název dílce: {Dílec z operace.Název 1}
Operace {Operace.Číslo operace} - {Operace.Název}
Zakázka: {Zakázka.Číslo zakázky}
Od => do: {Dávka.Čas zahájení} => {Dávka.Čas ukončení}
Výrobní čas: {Dávka.Délka dávky (HH:MM:SS)}
Seřizovací čas: {Dávka.Délka přípravného času}

Příkaz: D1 - 6
Počet kusů: 10800
Název dílce: drát 2490080_003_blank
Operace 10 - BMS 2 - ohýbání
Zakázka:
Od => do: 5.5.2015 1:47:41 => 8.5.2015 4:47:41
Výrobní čas: 75:00:00
Seřizovací čas: 3:00:00

Obr. 49 Maska úkolů v diagramu pracovišť [19]

10.4 SUMAČNÍ DIAGRAM PRACOVIŠŤ ZA OBDOBÍ

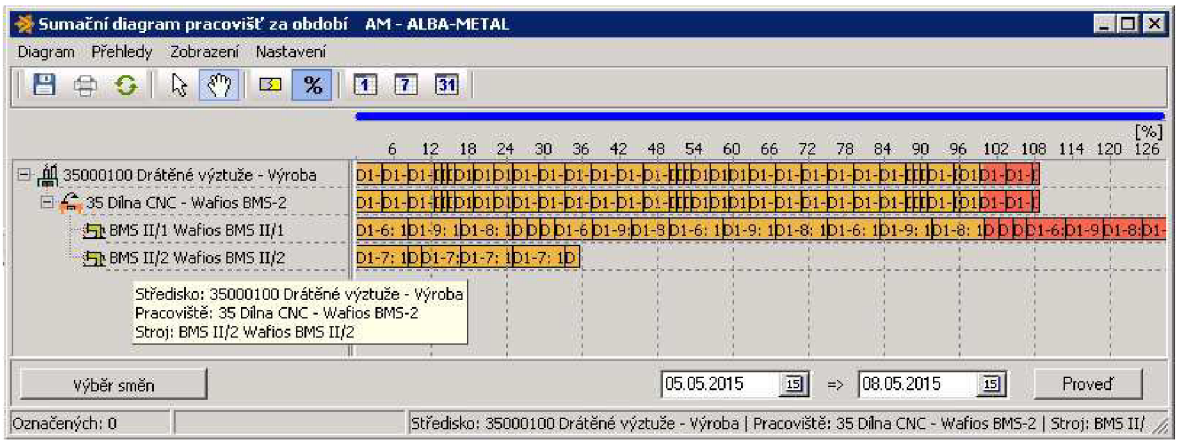
Cesta pro zobrazení sumačního diagramu pracovišť, ať už za období, nebo za dny, který bude popsán v následující podkapitole, vede přes záložku *Přehledy* v diagramu pracovišť. Sumační diagram pracovišť zobrazuje celkový využití kapacit středisek, pracovišť a strojů za nastavené období.



Obr. 50 Sumační diagram pracovišť za období [19]

Nastavení zobrazovaného období se provádí na spodní liště diagramu a potvrdí se stiskem tlačítka *Proveď*. V základním zobrazení je na horizontální ose zobrazeno vytížení

zdrojů v hodinách. Je však možné zobrazit si data i v přepočtu na procenta. Pokud by byl některý ze zdrojů využit z více jak 100%, pak se tento převis „neomezené“ kapacity zvýrazní červenou barvou. K přepnutí zobrazení diagramu v procentech slouží ikona % .

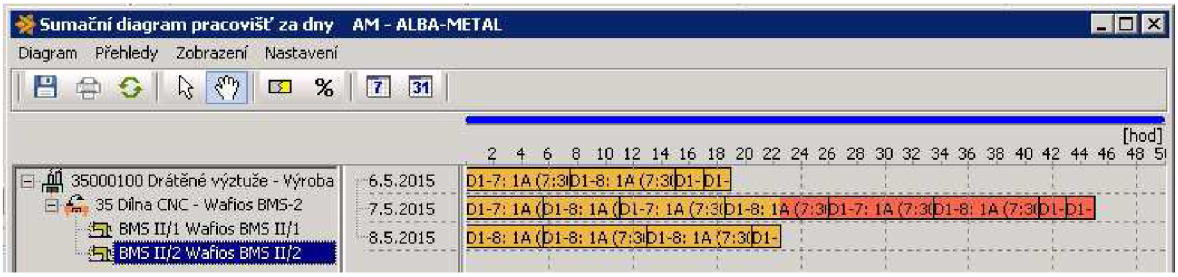


Obr. 51 Sumační diagram pracovišť za období v procentuálním zobrazení a převisem neomezené kapacity [19]

K možné filtraci zobrazení pro jednotlivé směny slouží tlačítko *Výběr směn.*

10.5 SUMAČNÍ DIAGRAM PRACOVIŠŤ ZA DNY

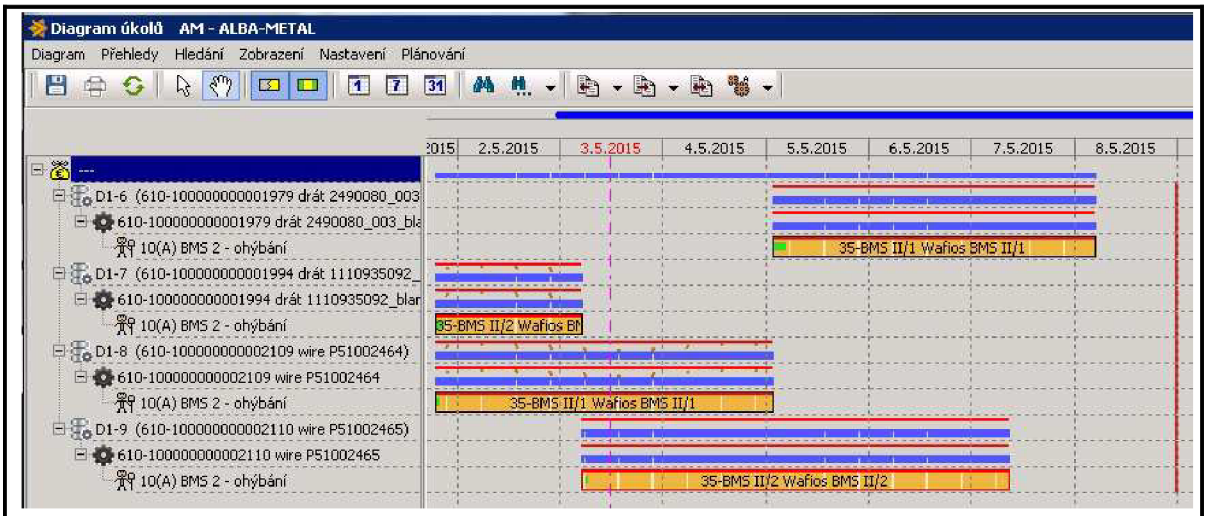
Sumační diagram pracovišť za dny zobrazuje využití kapacit jen označených strojů, pracovišť, případně středisek pro každý den zvlášť. Nastavení zobrazovaných dnů je obdobné jako u sumačního diagramu pracovišť za období, stejně tak přepínání mezi zobrazením vodorovné osy v hodinách, případně v procentech. Přetížení některé z kapacit je taktéž zobrazeno červeným převisem.



Obr. 52 Sumační diagram pracovišť za dny [19]

10.6 DIAGRAM ÚKOLŮ

Diagram úkolů slouží ke grafickému zobrazení průběhu zakázek, výrobních příkazů, výrobních operací v čase. Diagram úkolů je jak grafikou využívající Ganttovy diagramy, tak i funkcemi velmi podobný diagramu pracovišť.



Obr. 53 Diagram úkolů [19]

10.6.1 DŮVODY POSUNU VÝROBNÍHO PŘÍKAZU

Novou funkci, kterou diagram pracovišť nenabízí, je funkce *Zobrazit důvody posunu*. K posunu výrobního příkazu může dojít z důvodu materiálu, kalendáře nebo kapacity pracoviště, případně personálního zdroje, přepravního nebo mezioperačního času.

Obr. 54 Legenda důvodu posunu výrobního příkazu [19]

11 NOVÝ PRŮBĚH ZAKÁZKY – VÝROBA

11.1 TISK VÝROBNÍCH PŘÍKAZŮ

Po editaci výrobních dávek plánovačem výroby budou moci být vedoucím výroby vytištěny výrobní příkazy pro konkrétní výrobní stroje. Výrobní příkazy se budou tisknout v modulu *Řízení výroby*, kartě *Pokročilé plánování výroby* z nabídky *Dávky kapacitního plánu.* Tisk bude probíhat nově nadefinovaným formulářem pro každý výrobní stroj zvlášť, Tento výrobní stroj bude zobrazen v hlavičce výrobního příkazu. V těle výrobního příkazu budou vytištěny názvy výrobků, průměr a povrchová úprava polotovaru, celkové množství výrobní dávky, počet obalových jednotek výrobní dávky, datum a čas zahájení výroby, datum a čas ukončení výroby dané výrobní dávky.

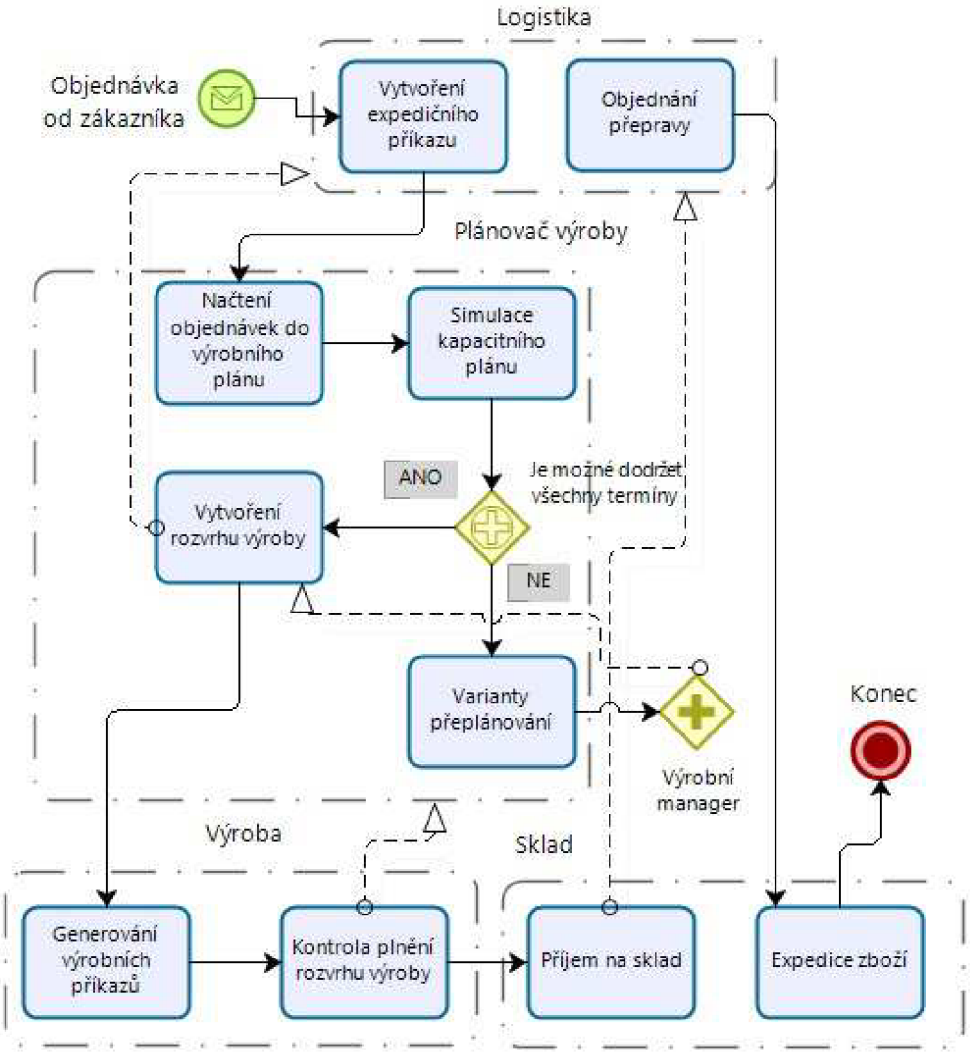
Výrobní příkaz pro: Wafios BMS II/1

Výrobek:	Typ drátu:	Index:	množ./beden	Termín pro výrobu
wire P51002464	drát pružinový pozink 2	001_17.10.2013	7750/31	Od: 25.5.2015 16:15:53 Do: 27.5.2015 6:59:31
wire P51002465	drát pružinový pozink 2	001_17.10.2013	8250/33	Od: 27.5.2015 6:59:31 Do: 30.5.2015 3:27:12
drát 1110935092_blank	drát pružinový holý 2	1_10.10.2002	12000/6	Od: 30.5.2015 3:27:12 Do: 31.5.2015 13:27:12
drát 2490080_003_blank	drát pružinový holý 2	003_19.11.2009	9900/33	Od: 31.5.2015 13:27:12 Do: 3.6.2015 10:49:42

Obr. 55 Nový výrobní příkaz [19]

11.2 NOVÉ WORKFLOW

Nový průběh zakázky graficky znázorňuje následující obrázek.



Obr. 56 Znázornění nového průběhu zakázky

12 TESTOVÁNÍ SYSTÉMU

Pro testování systému byla využita zkušební verze. Díky ní bylo možno otestovat, jak systém reaguje na očekávané situace.

12.1 TESTOVÁNÍ GENEROVÁNÍ VÝROBNÍCH OBJEDNÁVEK

Pro testování generování výrobních objednávek bylo nutno simulovat různá množství na skladech. Nastavení požadovaných hladin zásob na skladu bylo prováděno fiktivními příjemkami a výdejkami v modulu *Oběh zboží,* případně úpravami nastavení minima a maxima skladových zásob.

12.1.1 TEST GENEROVÁNÍ VÝROBNÍCH OBJEDNÁVEK 1

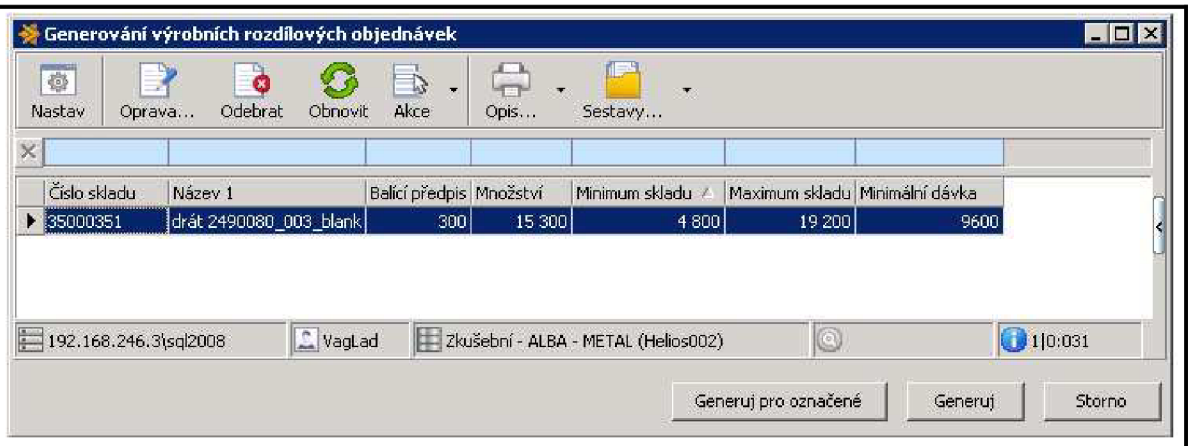
U prvního elementárního testu bylo množství k dispozici na skladě u konkrétního výrobku mezi hodnotami minima a maxima skladu.

Obr. 57 Stav skladu pro test 12.1.1 [19]

Expediční příkaz byl vytvořen pro takové množství, aby po jeho splnění kleslo množství na skladě na hodnotu minima skladu. Generování výrobních objednávek je nastaveno jako *Doplnit – Pod: minimum*, *Na: maximum.* V tomto případě poklesne *množství po příjmu a výdeji,* ale výrobní objednávka není vygenerována, což odpovídá předpokládané odezvě systému.

12.1.2 TEST GENEROVÁNÍ VÝROBNÍCH OBJEDNÁVEK 2

U dalšího testu byl vytvořen expediční příkaz na 3600 ks. konkrétního výrobku. Množství výrobku na skladu bylo v danou chvíli 7500 ks. Minimum skladu u tohoto výrobku je 4800 ks a maximum 19200 ks.

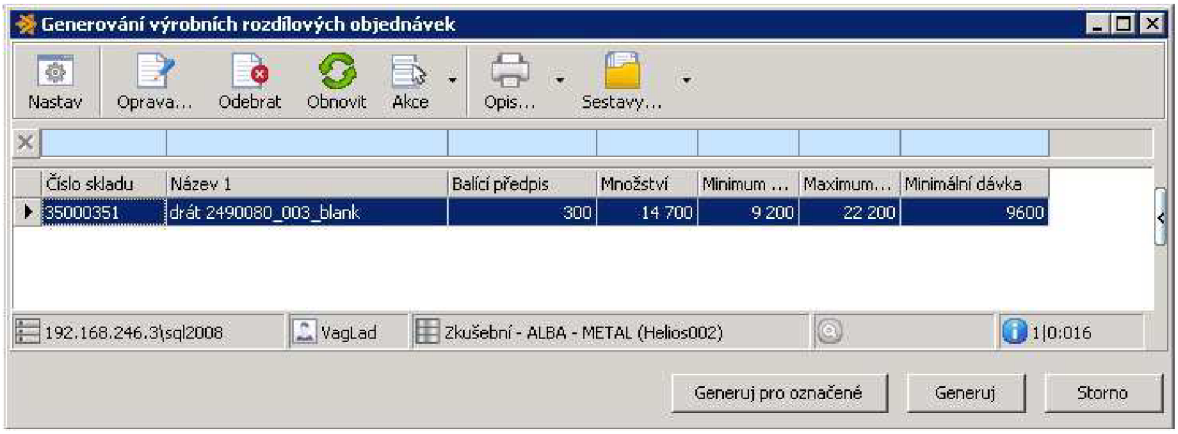


Obr. 58 Výrobní objednávka pro test 12.1.2. [19]

I v tomto případě systém generuje správnou výrobní objednávku, po jejíž realizaci dojde k naplnění stavu skladu na maximální hodnotu. Nastavení generování výrobních objednávek bylo stejné jako u předchozího testu.

12.1.3 TEST GENEROVÁNÍ VÝROBNÍCH OBJEDNÁVEK 3

U dalšího testu bylo změněno minimum stavu skladu nad aktuální množství na skladě. Takový případ může nastat, pokud zákazník změní výhled spotřeby daného výrobku. Minimum skladu se změnilo na 9200 ks, aktuální množství bylo 7500 ks na skladu.



Obr. 59 Výrobní objednávka pro test 12.1.3. [19]

Vygenerovaná výrobní objednávka odpovídá předpokládanému výsledku tohoto testu.

12.2 TESTOVÁNÍ ROZVRHOVÁNÍ VÝROBNÍCH DÁVEK

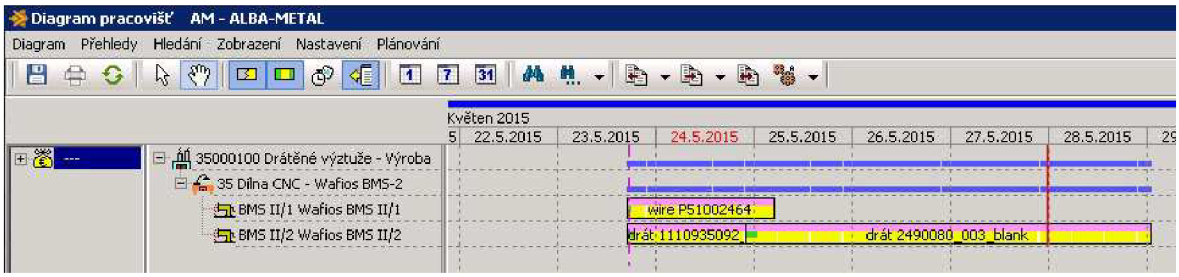
V testování rozvrhování výrobních dávek bude systém testován, jakým způsobem rozvrhuje vygenerované výrobní objednávky. Test by měl prověřit, kolik úsilí bude muset plánovač výroby vynaložit, aby byl vytvořen pokud možno co nejblíže ideálu se blížící rozvrh výroby.

12.2.1 TESTOVÁNÍ ROZVRHOVÁNÍ VÝROBNÍCH DÁVEK 1

U prvního testu rozvrhování výrobních objednávek byly vygenerovány tři výrobní dávky z jednoho expedičního příkazu, čili se stejným termínem dodávky. Při přepočtu kapacitního plánu systém zobrazil varovnou hlášku *Nelze dodržet plánované dokončení finálního výrobku.* Hlavně díky varující ikoně oranžového vykřičníku je potenciální problém právě prováděného výpočtu snadno identifikovatelný u konkrétního výrobního příkazu.

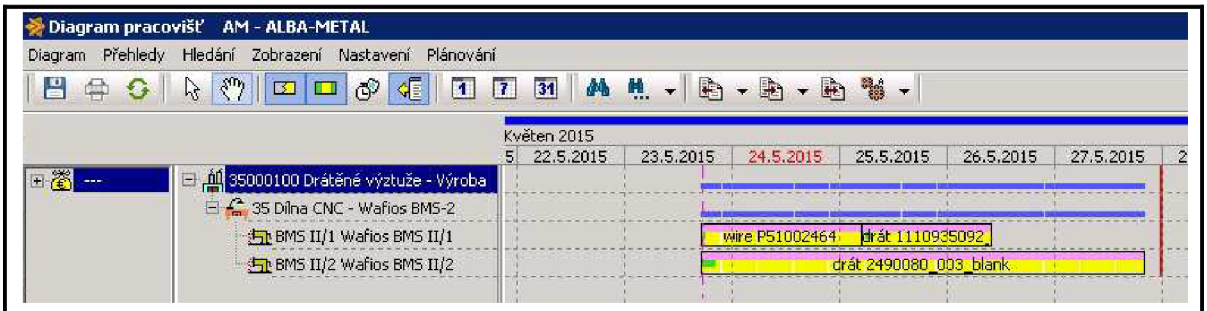
Obr. 60 Zobrazení upozornění přepočtu kapacitního plánu [19]

Po zobrazení diagramu pracovišť je však patrná nedokonalost rozvržení výrobních dávek mezi jednotlivé výrobní stroje.



Obr. 61 Původní rozvrhnutí výrobních dávek testu 12.2.1 [19]

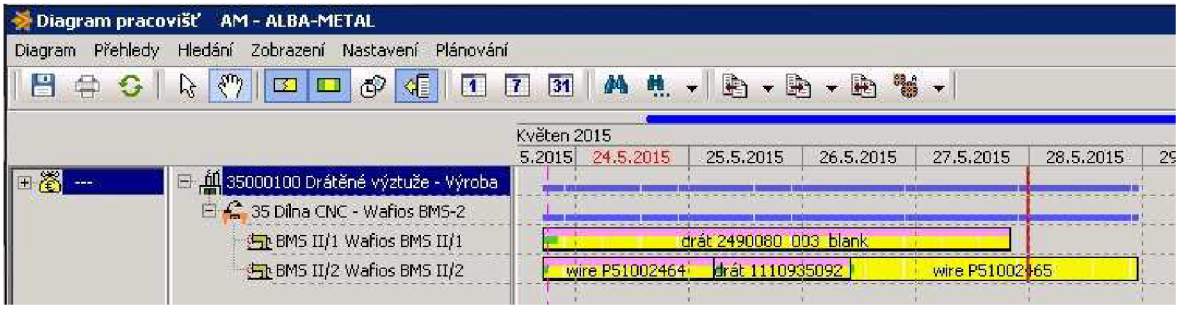
Pomocí editovacích možností diagramu pracovišť je však možné výrobní dávky přerozvrhnout tak, aby na prvním stroji byly vyráběny dvě výrobní dávky s kratšími celkovými časy (seřizovací + jednicový čas) a na druhém stroji bude vyráběna zbylá výrobní dávka s nejdelším celkovým časem. Tímto zásahem plánovače výroby bude možné daný expediční příkaz jako celek uspokojit v požadovaném termínu.



Obr. 62Editace rozvrhu výroby testu 12.2.1 [19]

12.2.2 TESTOVÁNÍ ROZVRHOVÁNÍ VÝROBNÍCH DÁVEK 2

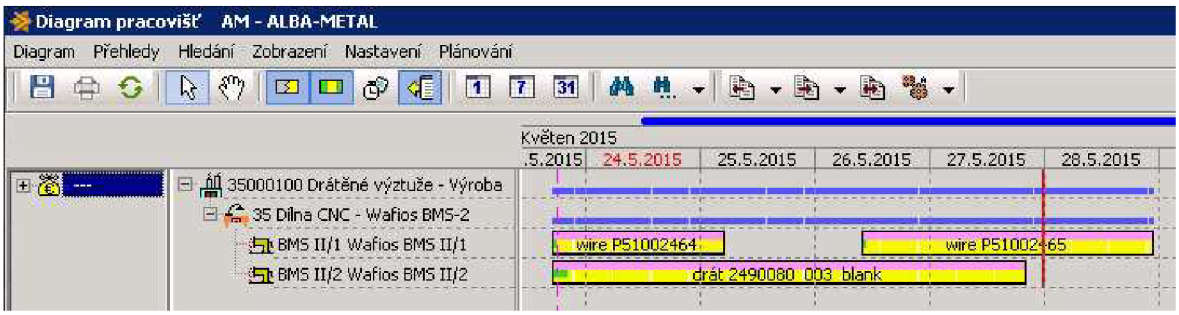
Druhý test vychází z předcházejícího testu, kdy byl do editovaného výrobního rozvrhu přidán další výrobní příkaz. Předtím byly pouze dané výrobní dávky vyměněny mezi jednotlivými stroji pracoviště. Jelikož při nezměněném termínu dodávky daného expedičního příkazu není v kapacitách pracoviště možné stihnout vyrobit nově rozvrhovanou výrobní dávku, objeví se při přepočtu stejná hláška jako na obrázku 59.



Obr. 63 Rozvrh výrobních dávek testu 12.2.2 [19]

12.2.3 TESTOVÁNÍ ROZVRHOVÁNÍ VÝROBNÍCH DÁVEK 3

Následující test probíhal odebráním jedné zaplánované dávky a prověřil přeplánování ostatních výrobních dávek v rozvrhu. Odebrání výrobní dávky je obdoba jejímu přidání popsané v kapitole 10.1.2.



Obr. 64 Odebrání výrobní dávky [19]

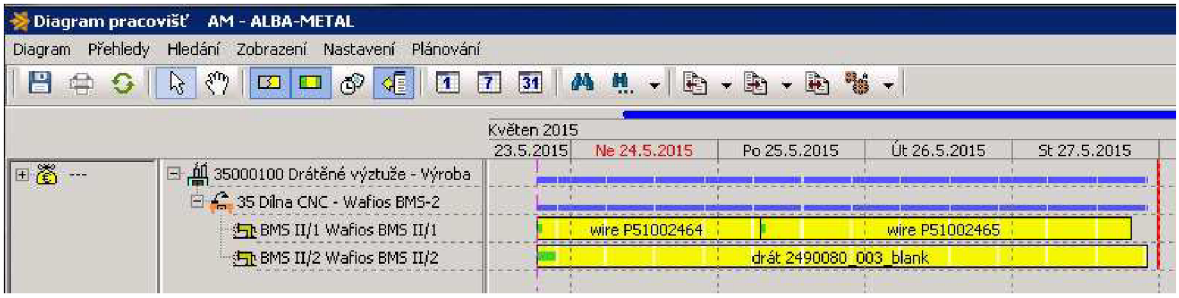
Po kliknutí na tlačítko aktualizace kapacitního plánu je plánovač výroby systémem dotázán na nastavení *Data fixace* a volbu *Optimalizovat využití strojů.*

Rozvrhnuté výrobní dávky nacházející se na časové ose před datem fixace jsou staženy k sobě tak, aby nevznikl nevyužitý čas stroje mezi jednotlivými výrobními dávkami. Dávky rozvrhnuty až po datu fixace jsou potom přeplánovány standardně. Pokud datum fixace nastaveno není, systém k sobě stáhne všechny výrobní dávky.

Volba *Optimalizovat využití strojů* zajistí prověření vytížení jednotlivých strojů a přesun výrobních dávek na ten méně vytížený.

Obr. 65 Parametry pro aktualizaci výrobního rozvrhu [19]

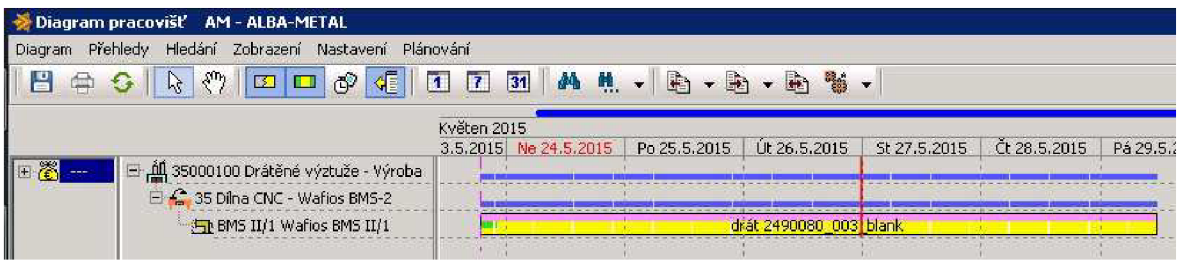
Po aktualizaci jsou výrobní dávky rozvrhnuty bez jakýchkoli neproduktivních časů.



Obr. 66 Výrobní rozvrh po aktualizaci [19]

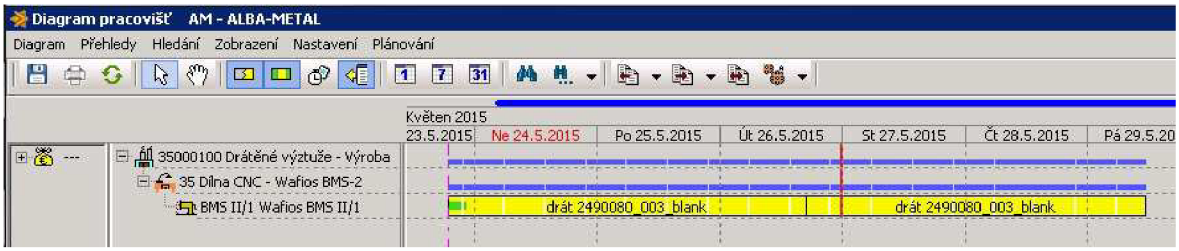
12.2.4 TESTOVÁNÍ ROZVRHOVÁNÍ VÝROBNÍCH DÁVEK 4

U čtvrtého testu byla vygenerována jediná výrobní dávka, ovšem ve velikosti dvounásobku minimální výrobní dávky. Termín dodávky byl nastaven tak, aby nebylo možné vyrobit danou výrobní dávku naráz, neboli na jedno seřízení, jak je patrné z obrázku 67.



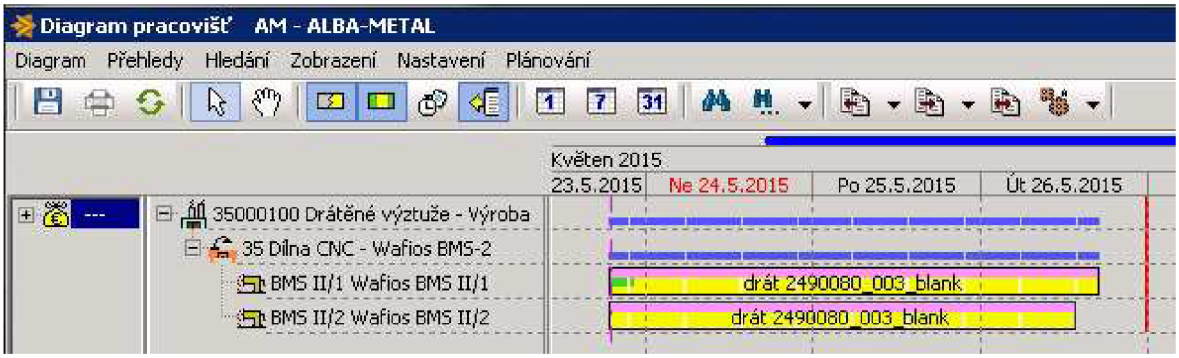
Obr. 67 Původní rozvrh výroby testu 12.2.4 [19]

Po rozdělení původní výrobní dávky na dvě, čímž byla stále dodržena minimální výrobní dávka u daného výrobku, a následném přeplánování však systém druhou výrobní dávku nechal na rozvrhnutou na původním stroji, ačkoli druhý stroj pracoviště nebyl vytížen. Navíc systém u druhé dávky nezapočítal přípravný čas.



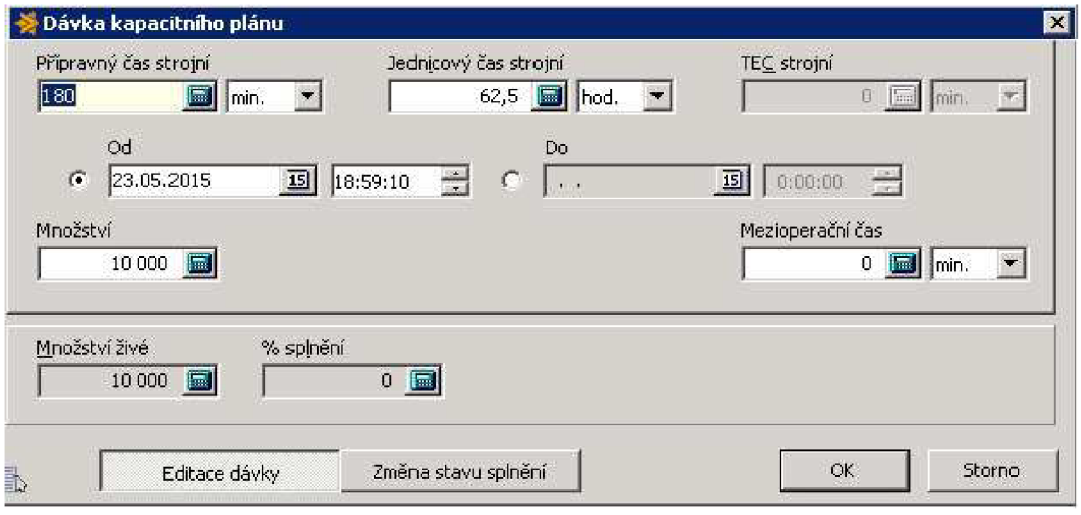
Obr. 68 Rozvrh výroby po rozdělení a přeplánování [19]

Nejprve bylo tedy nutné druhou výrobní dávku v rozvrhu přemístit na druhý stroj pracoviště za pomocí editovacích možností popsaných v kapitole 10.3.3. Na obrázku 69 je patrná změna výrobního stroje u druhé výrobní dávky, ale bez započítání přípravného času.



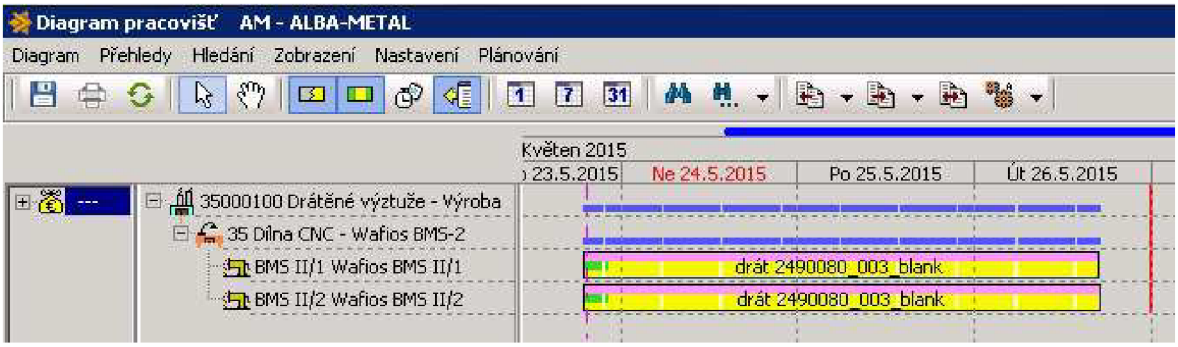
Obr. 69 Přetažení rozdělené výrobní dávky [19]

Dalším krokem k vyřešení tohoto testu rozvrhování bylo započítání přípravného času, což se provede editací výrobní dávky, podobně jako je popsáno v kapitole 10.3.3.



Obr. 70 Editace přípravného času výrobní dávky [19]

Po editačních zásazích plánovače výroby bude mít výrobní rozvrh uspokojivých parametrů pro tento test podobu patrnou na obrázku 71.



Obr. 71 Ideální rozvrh výroby testu 12.2.4 [19]

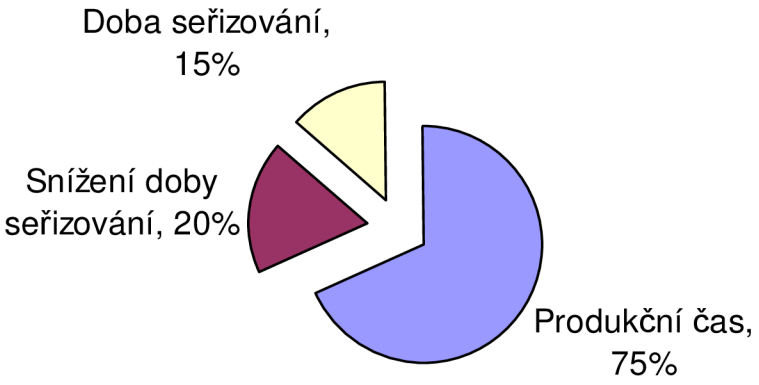
12.3 ZHODNOCENÍ SYSTÉMU

Při testování prvního kritického kroku nového průběhu zakázky a to generování výrobních objednávek, nebyly zjištěny žádné nepřesnosti, či chyby a systém ve všech dílčích testech generoval výsledky dle předpokladu. Je nepochybné, že pokud systém správně reaguje u těchto dílčích testů s jednotlivými výrobními objednávkami, bude tento krok bezproblémově zvládat i ve větším počtu výrobních objednávek po rozšíření na celý sortiment firmy Alba – Metal.

U testování rozvrhování výrobních dávek však bylo několik nedostatků v rozvrhování odhaleno. Nejednalo se o žádné fatální chyby, ale jak je z testů patrné, zásah plánovače výroby do původních rozvrhů vygenerovaných systémem budou nezbytné. I přes tyto nedostatky je však Helios Orange, jakožto systém MRP II, použitelný pro rozvrhování výroby ve firmě Alba – Metal.

13 FINANČNÍ ZHODNOCENÍ

Finanční zhodnocení plánování a rozvrhování výroby za využití modulu *Pokročilé plánování výroby* systému Helios Orange proběhlo na základě výroční zprávy firmy za rok 2014 a kvalifikovaného odhadu manažera výroby, vedoucího výroby a finančního ředitele, kterým byla diplomová práce prezentována. Finanční úspory jsou dělitelné na dva typy, materiálové a časové, neboli kapacitní. Oba typy úspor vyplývají ze snížení přípravných časů ze současných 35% na 15% z celkové doby výroby.



Graf 1 Celkové využití pracovní doby

13.1 MATERIÁLOVÉ ÚSPORY

Za rok 2014 bylo vykázáno znehodnocení materiálu jako odpad za 3 981 045 Kč. Seřizování se na celkové produkci odpadu podílí z 35%, což finančně představuje 1 393 366 Kč ročně. Při snížení seřizovacích časů o 20% a stejného procentuálního snížení odpadů ze seřizování by měl být produkován odpad v hodnotě 1 114 693 Kč, což představuje roční úsporu 278 673 Kč.

Tab. 1 Materiálové úspory

Popis	Částka	Měna
Odpad v nákupních cenách	3 981 045,-	Kč
Odpad ze seřizování	1 393 366,-	Kč
Odpad po úspoře	1 114 693,-	Kč
Finanční úspora	**278 673,-**	**Kč**

13.2 MZDOVÉ ÚSPORY

Celkové osobní náklady na zaměstnance relevantní pro tuto kalkulaci za rok 2014 byly ve výši 56 020 180 Kč. Při současném stavu, kdy seřizování zabírá 35% pracovní doby, činí osobní náklady na seřizování 8 403 027 Kč. Po snížení seřizovacích časů o očekávaných 20% klesnou osobní náklady na seřizování na 6 722 422 Kč. Z výše uvedeného plyne možná úspora 1 680 605 Kč ročně.

Tab. 2 Mzdové úspory

Popis	Částka	Měna
Osobní náklady	56 020 180,-	Kč
Osobní náklady plynoucí ze seřizování	8 403 027,-	Kč
Osobní náklady na seřizování po úspoře	6 722 422,-	Kč
Finanční úspora	**1 680 605,-**	**Kč**

Celková očekává úspora po zavedení nového systému rozvrhování výroby tak činí 1 959 278 Kč ročně.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout možná zlepšení rozvrhování výroby ve firmě Alba – Metal. Firma zažívá v posledních několika letech značný nárůst výroby a s tím spojený rozšiřující se počet výrobních strojů. Nároky na řízení, plánování a rozvrhování výroby se tak neustále zvyšují společně s objemem výroby. Analýzou současného stavu bylo zjištěno, že původní rozvrhování výroby na úrovni mistra, již u takto velkého objemu výroby a výrobních strojů není dostatečné. Navíc i zákaznické audity, které jsou v automobilovém průmyslu velmi časté, firmě vytýkají nevyhovující systém řízení, plánování a rozvrhování výroby. Zároveň byly popsány velmi znepokojující skutečnosti původního stavu, zejména nedodržování minimálních výrobních dávek daných kalkulací jednotlivých projektů.

Při detailnějším prozkoumání ve firmě zavedeného ERP systému Helios Orange bylo zjištěno, že program nabízí modul *Pokročilé plánování výroby*. Firma navíc měla tento modul již zakoupený. Jelikož s tímto modulem nikdy nikdo na firmě nepracoval, neměl s ním nikdo z pracovníků žádné zkušenosti, jak daný modul funguje, co ke svému fungování potřebuje a jaké nabízí výstupy. Proto diplomová práce popisuje nastavení vstupních hodnot potřebných pro funkci modulu *Pokročilého plánování výroby*. Zároveň je u potřebných vstupních hodnot, jež nebyly v původním stavu známy, popsán algoritmus jejich výpočtů. Dále jsou v práci popsány možnosti použití tohoto modulu v oblasti řízení výroby, zejména pak možnost zjišťování úzkých míst ve výrobě, sledování využití kapacit daných pracovišť nebo sledování výrobních objednávek pomocí Ganttových diagramů.

Kapitoly týkající se návrhu nového průběhu zakázky popisují jednotlivé kroky daných úseků od logistiky až po výrobu a odvedení na sklad hotových výrobků. Největší část je věnována dvěma hlavním krokům návrhu a to: generování výrobních objednávek a možností editace výrobního rozvrhu. Součástí je i návrh nového workflow odpovídajícího novému průběhu zakázky či návrh zcela nových výrobních příkazů generovaných dle rozvrhu výroby po zásazích plánovače výroby.

Dva zásadní kroky nového průběhu zakázky, na kterých spočívá hlavní přínos rozvrhování výroby pomocí modulu *Pokročilé plánování výroby*, byly otestovány. Generování výrobních objednávek na základě porovnání zadaných expedičních příkazů a stavu skladu fungovalo velmi dobře. Testování rozvrhování výrobních dávek však odhalilo jisté nedostatky systému Helios Orange. Při těchto testech se ukázalo, že Helios Orange není skutečným pokročilým programem pro rozvrhování výroby, ačkoli se tak jeho modul nazývá. I přes nedostatky odhalené v testech, jsou očekávané úspory, dosažené pomocí nového systému rozvrhování výroby za využití IS Helios Orange dle cenové kalkulace uvedené v závěru diplomové práce téměř 2 miliony korun ročně.

V budoucím rozvrhování výroby za využití zavedeného programu Helios je potřeba dbát zejména na správnost a aktuálnost veškerých vstupních dat, které jsou zcela nezbytné pro správné fungování modulu pro rozvrhování výroby. Dalším očekávaným budoucím krokem bude zavedení PLC čítačů na všechny výrobní stroje, jakožto nástroj k verifikaci rozvrhu výroby. Při očekávaném dalším nárůstu objemu výroby a tím odpovídajícímu rozšiřování výrobních kapacit pak vyvstává otázka nahrazení rozvrhování výroby pomocí programu Helios specializovaným APS softwarem.

Jak bylo při analýze původního stavu rozvrhování výroby zjištěno, v práci nebylo možné naplnit bod zadání znějící: „Naprogramování“ a to z toho důvodu, že zásah do kódu programu Helios by znamenal ztrátu záruky ze strany dodavatele softwaru, což bylo vedením firmy Alba – Metal zakázáno. Po konzultaci tohoto problému s vedoucím práce jím bylo rozhodnuto, že bude zcela dostatečné popsání nastavení pro správné fungování modulu *Pokročilé plánování výroby* a oblastí s tímto modulem související.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

[1] JUROVÁ, Marie. *Výrobní procesy řízené logistikou*. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2013, 260 s. ISBN 978-80-265-0059-9.

[2] KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2009, xiii, 137 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-119-2.

[3] KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2002, 424 s. ISBN 80-247-0199-5.

[4] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 366 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5.

[5] GÁLA, Libor. *Podniková informatika: počítačové aplikace v podnikové a mezipodnikové praxi, technologie informačních systémů, řízení a rozvoj podnikové informatiky*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006, 482 s. ISBN 80-247-1278-4.

[6] ROZMAHEL, I. Volba a nasazení software pro plánování a řízení výroby. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 71 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Pavel Houška Ph.D.

[7] TUČEK, David a Roman BOBÁK. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. uprav. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 80-731-8381-1.

[8] Technická Univerzita v Liberci. *E-learning* [online]. [cit. 2015-02-18]. Dostupné z: http://e-learning.tul.cz/elearning/obr/system/img/1/graf.eps.gif

[9] ŠULOVÁ, Dagmar. Metody plánování a řízení výroby v podnikových informačních systémech a jejich uplatnění při řízení výrobního procesu. Zlín: Universita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta managementu a ekonomiky, 2009. 150 s. Vedoucí disertační práce doc. Ing. Petr Sodomka, Ph.D., MBA

[10] ZÁPOTOČNÝ, Václav. Aplikace APS systému pro plánování a rozvrhování výroby. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inţenýrství, 2014. 101 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Simeon Simeonov, CSc.

[11] HEŘMAN, Jan. *Řízení výroby*. Vyd. 1. Slaný: Melandrium, 2001, 167 s. ISBN 80-861-7515-4.

[12] BIRD, M., KEŘKOVSKÝ, M. *Strategic Operations Management in Czech Industry*. Blansko 1997, mezinárodní vědecká konference.

[13] *Akademie produktivity a inovací* [online]. 2015 [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: http://e-api.cz/page/68343.dbr/

[14] Andon – Subtle Difference Changes Mindset. Beyond Lean [online]. 2015 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: https://beyondlean.wordpress.com/tag/andon/

[15] BOGASCHEWSKY, R. *Lean Production – Patentrezept für westliche Unternehmen. In Zeitschrift für Planung,* 1992, s. 276

[16] Lean management system - nekompromisní přístup k odstraňování plýtvání. *KCM CONSULTING* [online]. 2015 [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: http://www.kcm.cz/kategorie/plytvani.aspx

[17] Průmyslové inženýrství: Plýtvání. *API - Academy od Productivity and Innovations* [online]. 2015 [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: http://e-api.cz/page/67789.plytvani-eliminace-lean/

[18] ALBA-METAL. Výrobní příkaz. Ladná, 2015.

[19] ALBA-METAL. Ladná, 2015.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

AATP	Allocate Available To Promise	Přidělená Závazná Dodací Lhůta
APS	Advanced Planning and Scheduling	Pokročilé Plánování a Rozvrhování
ATP	Available To Promise	Závazná Dodací Lhůta
CAD	Computer Aided Design	Počítačem Podporované Navrhování
CIM	Computer Integrated Manufacturing	Počítači Integrované Řízení Výroby
CRP	Capacity Requirements Planning	Plánování Výrobních Zdrojů
CRP	Continuous Replenishment Planning	Průběžné Doplňování Zásob
CTP	Capable To Promise	Schopen Slíbit
DBR	Drum Buffer Rope	Buben, Zásobník, Lano
DCI	Daily Call In	Denní odvolávky
ECR	Efficient Customer Response	Efektivní Reakce na Pož. Zákazníka
ERP	Enterprise Resource Planning	Plánování Podnikových Zdrojů
FMS	Flexible Manufacturing System	Pružný Výrobní Systém
JIT	Just In Time	Právě včas
JZD	-	Jednotné Zemědělské Družstvo
MES	Manufacturing Execution System	Výrobní Informační Systém
MPP	Master Production Plan	Hlavní Výrobní Plán
MPS	Master Production Schedule	Hlavní Výrobní Rozvrh
MRP	Material Requirements Planning	Plánování Materiálových Požadavků
MRP II	Manufacturing Resources Planning	Plánování Výrobních Zdrojů
NK	-	Není vygenerovaný Kalendář
OPT	Optimized Production Technology	Optimalizovaná Výrobní Technologie
PTP	Profitable To Promise	Slib se Ziskem
PUMin	-	Plánované Ukončení v Minulosti
PZMin	-	Plánované zahájení v Minulosti

SCM	Supply Chain Management	Řízení Logistických Řetězců
TAC	-	Jednicový čas
TBC	-	Přípravný / seřizovací čas
VMI	Vendor Managed Inventory	Řízení Zásob Dodavatelem
VP	-	Výrobní příkaz