

NÁSTROJE ROZVRHOVANIA AKO PODPORA PROAKTÍVNEHO PLÁNOVANIA

*doc. Ing. Peter BUBENÍK, PhD.*¹

¹ University of Zilina, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Industrial Engineering, Univerzitna 1, 01026 Zilina, Slovak Republic, peter.bubenik@fstroj.uniza.sk

ABSTRACT

This paper describes an integrated approach to production planning. We proposed and describe a proactive approach to production planning and starting points for production planning system with efficient use of business data which is processed using data technologies.

Keywords: production planning, production scheduling, scheduling systems, data mining, knowledge

ABSTRAKT

Príspevok popisuje integrovaný prístup k plánovaniu výroby. Navrhujeme a opisujeme proaktívny prístup k plánovaniu výroby a východiská pre systém plánovania výroby s efektívnym využitím podnikových dát, ktoré sú spracované použitím dátových technológií.

Kľúčové slová: plánovanie výroby, rozvrhovanie výroby, rozvrhovací systém, dolovanie dát, znalosti

1 PROAKTÍVNY PRÍSTUP V PLÁNOVANÍ VÝROBY

V charakteristikách proaktívneho prístupu sa uvádza, že niektoré zmeny procesov môžu začať skôr ako systém začne reagovať na jednotlivé vzniknuté udalosti. Proaktívny prístup takto kontroluje danú situáciu tým, že aktívne pôsobí na daný proces skôr ako nastane nežiadaná situácia. K bežným prístupom v riadení však patrí, že na situáciu sa reaguje až po jej uskutočnení. Výsledkom takéhoto spôsobu riadenia je, že sa manažér často ocitá v pozícii rozhodnutia kde podmienkou môže byť navýšenie nákladov na procesy alebo neuspokojenie zákazníka načas.

„Aktívny“ - ochotných konať alebo vykonať zmenu. „Režisér“, ktorý má aktívny záujem o zlepšenie podnikových procesov.

„Proaktívny“ - smerujúci k začatiu zmeny procesu skôr ako systém stihne reagovať na jednotlivé udalosti či sledované charakteristiky procesov [13].

Oblasť plánovania výroby a s ňou spojené procesy môže aplikovaním uvedenej proaktivity zabezpečiť vyhnúť sa „zlým rozhodnutiam“ a tak umožniť plnenie kľúčových ukazovateľov výroby (KPI). V praxi to predstavuje tvorbu vykonateľného plánu s použitím vhodných metód plánovania kde správnosť a odolnosť takéhoto plánu výroby zhodnotí až realita.

Množina previazaných procesov zabezpečujúca plánovanie ale aj ďalšie procesy výrobné či nevýrobné generuje dáta a informácie v informačnom systéme kde si nesú so sebou tzv. pečiatku času, ktorá umožňuje rekonštrukciu jednotlivých procesov. K podstatným procesom patrí spracovanie objednávky zákazníka cez

Primary author contact:

doc. Ing. Peter Bubeník, PhD., University of Zilina, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Industrial Engineering, Univerzitna 1, 01026 Zilina, Slovak Republic, peter.bubenik@fstroj.uniza.sk

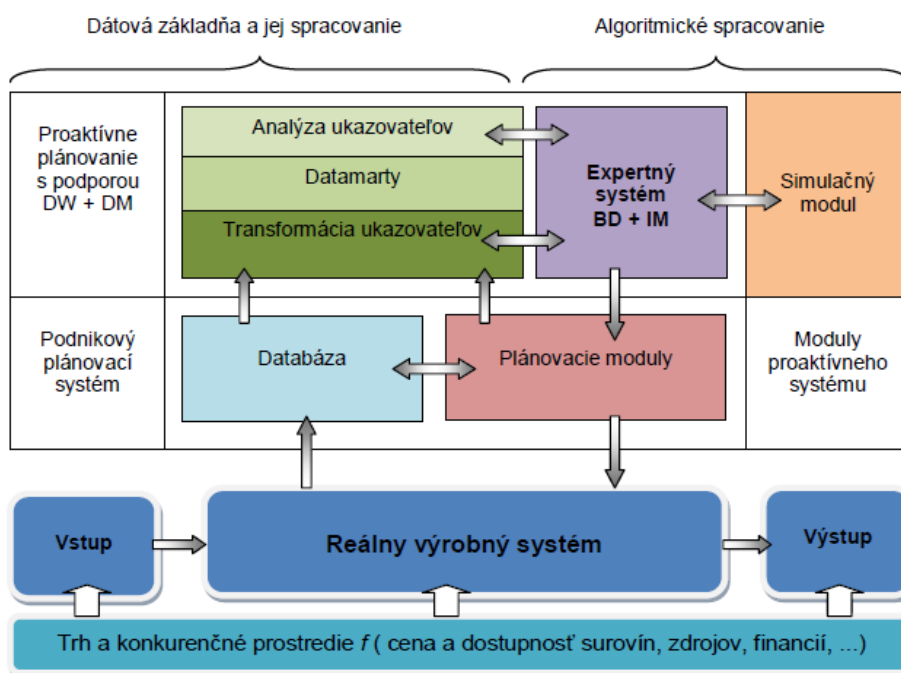
jej transformáciu na výrobnú zákazku, jej naplánovanie, realizáciou vo výrobe, expedíciou a končiac fakturáciou. Takto uložené dáta v sebe ukrývajú bohatú základňu pre ďalšie použitie.

Informačný systém podniku prostredníctvom vlastného workflow spracováva údaje z procesov a poskytuje pracovníkom informácie pre ich rozhodovanie. Workflow systému určuje štartovanie jednotlivých procesov podľa vopred nadefinovaných pravidiel a poskytuje tak odporúčania pracovníkom čo, kedy a kde je potrebné vykonať, aby bol zabezpečený efektívny chod spoločnosti. Na druhej strane treba ale poznamenať, že v spoločnostiach nie je neštandardný jav, že pracovníci používajú vlastné postupnosti a pravidlá v „domnienke“, že pracujú v záujme spoločnosti s argumentáciou, že sa takým spôsobom snažili predísť problémovým stavom. Už v tomto prípade môžeme hovoriť o proaktívnom prístupe.

2 KONCEPT PROAKTÍVNEHO PLÁNOVANIA VÝROBY

Navrhnutý koncept proaktívneho plánovania na Katedre priemyselného inžinierstva v ŽU Žilina vychádza z hore uvedených poznatkov. Koncept je zostavený zo základných častí ako sú: plánovacie moduly s údajovou základňou štandardného podnikového informačného systému ERP, systém pre transformáciu dát, respektíve dátový sklad a plánovací systém pre interaktívne plánovanie výroby (obr.1).

Uvedené prepojenie systémov umožní tvoriť plán odolný voči očakávaným problémom alebo sa im včas vyhnúť. Koncept využíva historické údaje a informácie získané z priebehu už realizovaných výrobných zákaziek. Získané informácie sú transformované do znalostí a sú používané ako zdroj podpory rozhodovania pri návrhu detailného plánu výroby.

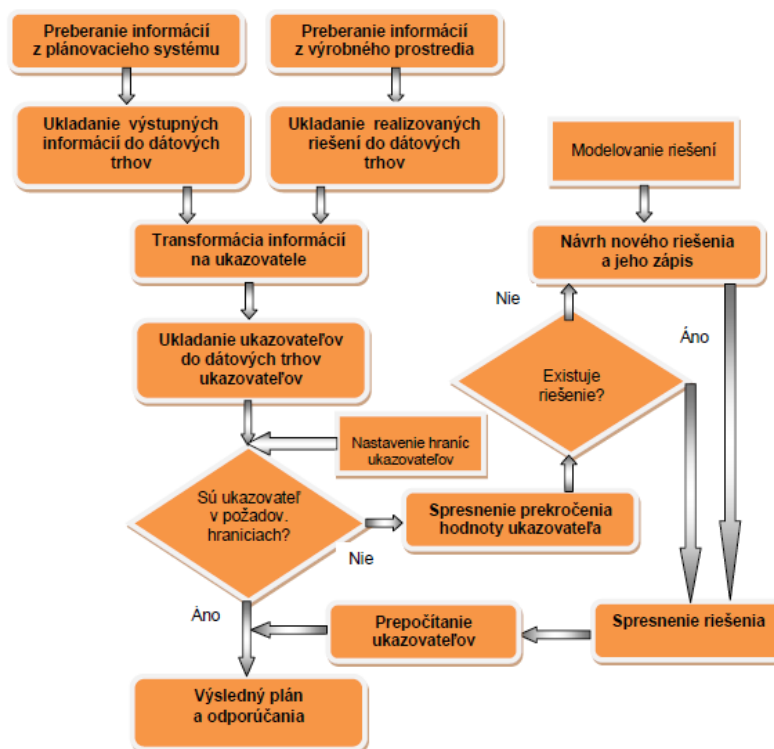


Obrázok 1: Koncept proaktívneho plánovania výroby 2011 [10], [13].

Algoritmus konceptu (obr. 2.) predstavuje transformáciu údajov na ukazovatele, ktoré odzrkadľujú stav výroby v danom čase, stav aktuálnych požiadaviek v danom čase voči navrhnutému plánu. Výsledkom jednotlivých krokov algoritmu je ohodnotenie výsledných meraných ukazovateľov a ich kladná alebo záporná skúsenosť spojená s realizovaným rozhodnutím alebo opatrením.

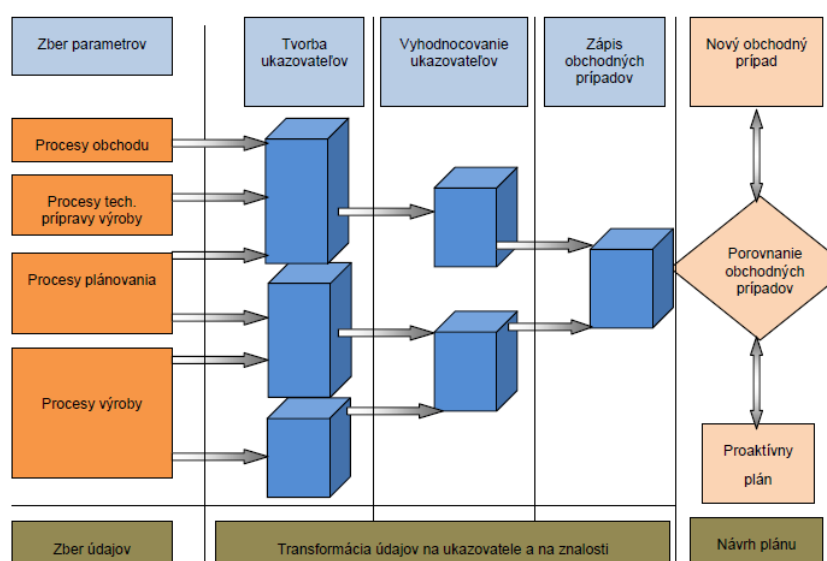
Primary author contact:

doc.Ing. Peter Bubeník, PhD., University of Zilina, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Industrial Engineering, Univerzitná 1, 01026 Zilina, Slovak Republic, peter.bubenik@fstroj.uniza.sk



Obrázok 2: Algoritmus konceptu [10], [13].

Koncept proaktívneho plánovania výroby s podporou dátových technológií vyžaduje kvalitnú databázovú základňu s možnosťou techník dolovania dát (*Data Mining*). Spracovanie dát v súčasnosti poskytujú nové technológie ako *IMDb* (*In-Memory Database*), kde sa realizuje množstvo operácií na veľkom objeme dát priamo v operačnej pamäti technológie. Veľký dôraz treba dať na návrh a typ informácií, ich umiestnenie a spôsob práce s nimi, aby postupné spracovanie informácií viedlo k použiteľným znalostiam pre plánovača pre ďalšiu prácu pri zostavovaní plánu výroby.



Obrázok 3: Tvorba a transformácia ukazovateľov konceptu [10], [13].

Primary author contact:

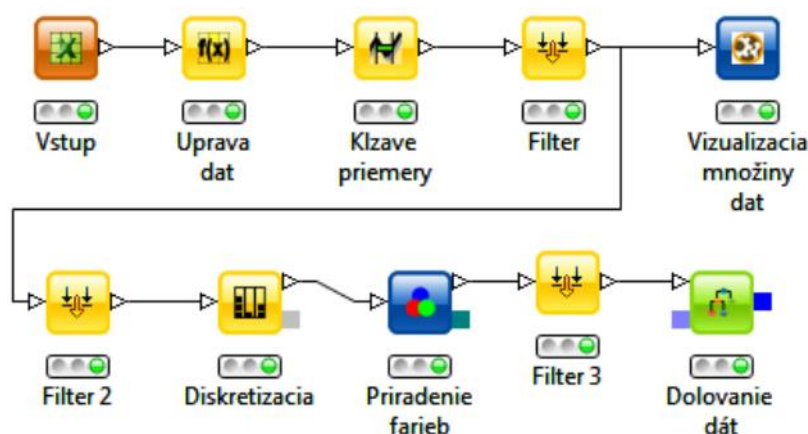
doc.Ing. Peter Bubeník, PhD., University of Zilina, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Industrial Engineering, Univerzitná 1, 01026 Zilina, Slovak Republic, peter.bubenik@fstroj.uniza.sk

Získané poznatky z tvorby plánu výroby, jeho skutočnej realizácie a zhodnotenie dosiahnutých ukazovateľov KPI (*Key Performance Indicators*) sú zapísané do znalostného systému pre ďalšie použitie. Techniky dolovania dát odhalia aj zdanlivo nesúvisiace vzťahy. Získané poznatky tak pomáhajú odporučiť napríklad signálne hodnoty pre sledované parametre zabezpečujúce aby sledované ukazovatele neprekročili hranice kedy je ešte splnenie zadanej úlohy možné.

3 Nástroje rozvrhovania výroby využívajúce znalosti

Využívanie znalostí poskytuje nástrojom rozvrhovania výroby vyššiu úroveň vykonateľnosti a odolnosti voči dynamickým vplyvom, ktoré sú súčasťou každého výrobného prostredia. Obidve vlastnosti sú získané tým, že okrem známych algoritmov a plánovacích techník odrážajú aj doteraz zachytenú realitu „poučenie z vývoja“ vo svojom výsledku navrhnutého plánu. K takýmto poznatkom, s ktorými plánovač môže pracovať patria často miesta, dôvody vznikajúcich prestojov, čas a miesto a dôvod poruchovosti zariadenia, vplyv rotácie operátorov výroby na kvalitu produkcie alebo vplyv doteraz zaužívaného rozvrhovacieho pravidla na sledované termíny.

Výsledky analýz jednotlivých vplyvov (uvedené v nasledujúcej kapitole) boli získané pomocou systém *KNIME* (obr. 4), ktorý tvorí jeden z prvkov navrhovaného konceptu. Systém slúži pre transformáciu a analýzu dát, ktoré sa čerpajú z údajovej základne podnikového informačného systému. Zistené poznatky sú následne transformované na pravidlo a používané v rozvrhovacom systéme.



Obrázok 4: Workflow procesu objavovania znalostí v prostredí KNIME [4].

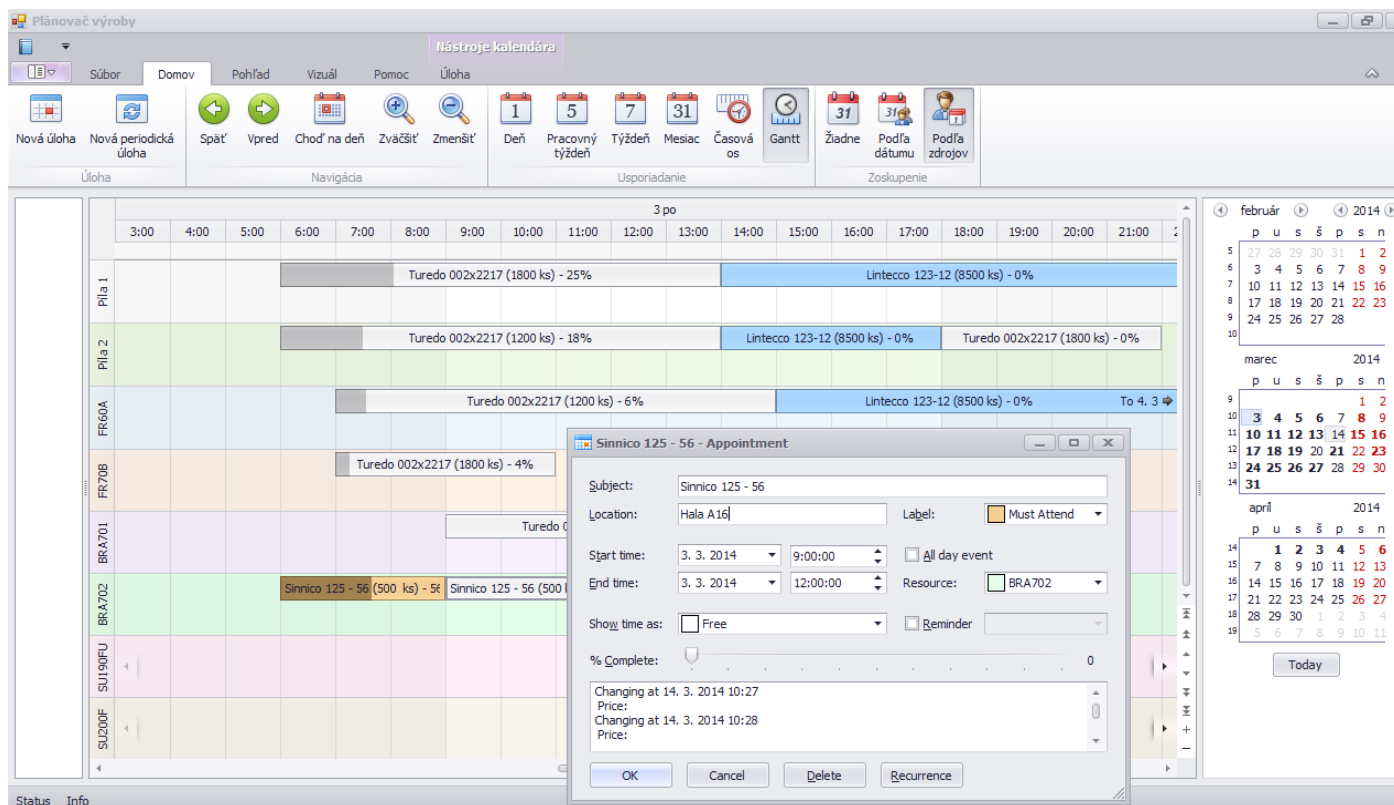
V rámci experimentov s uvedeným konceptom bol použitý rozvrhovací systém (obr.5), ktorý umožňuje výsledné poznatky importovať ako pravidlo. Takto je zabezpečená jednoduchá práca pre plánovača, ktorý chce plánovať výrobu s využitím získaných znalostí.

K základným funkciám rozvrhovacieho systému patrí tvorba výrobných plánov, rozvrhov na základe vstupných údajov z ERP systému podniku alebo údajovej základne. Systém využívajú plánovači a dispečeri pre zaplánovanie výrobných operácií na pracoviská s možnosťou použitia plánovania do obmedzených výrobných kapacít. Disponuje škálou rozvrhovacích pravidiel a kontrolných mechanizmov pomáhajúce plánovačovi kontrolovať výrobné zákazky, dostupné kapacity a definované obmedzenia. Interaktívne prostredie umožňuje plánovačovi reagovať na vzniknutú situáciu ako napr. vznik porucha stroja, výpadok operátora, nedostatok pracovných nástrojov. Systém udržiava požadovanú technologickú postupnosť aby boli zachované technologické požiadavky na výrobu. K základným výstupom systému patrí plán operácií

Primary author contact:

doc.Ing. Peter Bubeník, PhD., University of Zilina, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Industrial Engineering, Univerzitná 1, 01026 Zilina, Slovak Republic, peter.bubenik@fstroj.uniza.sk

určený majstrovi pre riadenie práce na dielni a obeživo určené do palety pre smerovanie zákazky po prevádzke. K potrebným výstupom patrí výstup určený pre sledovanie stavu rozpracovaných zákaziek, sledovanie veľkosti prestojov, sledovanie výšky výrobných nákladov a iné. Systém je možné v menších spoločnostiach použiť samostatne nakoľko disponuje vlastnou databázou.



Obrázok 5: Interaktívna plánovacia tabuľa rozvrhovacieho systému [14].

4 Riešené experimenty

K štandardným úlohám majstra patrí organizácia práce na pracoviskách pridelovaním výrobných príkazov s konkrétnym pracovníkom, pokiaľ to nie je určené iným interným pravidlom. Výsledkom analýzy dát tejto činnosti sme dospeli k tomu, že existuje súvislosť medzi vykonávaným typom operácie, výrobným zariadením, pracovníkom a výsledným výkonom a úrovňou dosahovanej kvality. Obr. 6. predstavuje výkonnosť pracovníka na príslušnej výrobnéj linke v potravinárskom priemysle. Získaním poznatku z výsledkov jednotlivých kombinácií zo sledovaných výskytov sme postavili pravidlo ako naplánovať výrobné úlohy pre kombináciu pracovník-pracovisko s cieľom dosiahnutia najvyššieho výkon a najnižšej nepodarkovosti. Tento výsledok sa stal aj zdrojom pre zostavenie plánu rotácie jednotlivých pracovníkov a ich preškolenie.

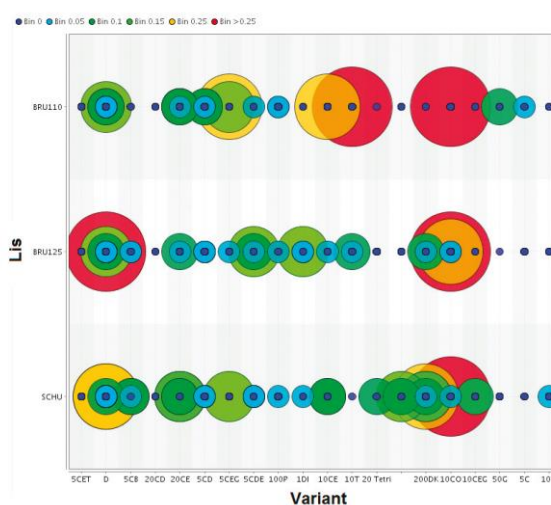
Primary author contact:

doc.Ing. Peter Bubeník, PhD., University of Zilina, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Industrial Engineering, Univerzitná 1, 01026 Zilina, Slovak Republic, peter.bubenik@fstroj.uniza.sk



Obrázok 6: Výsledná znalosť pre pravidlo pridelovania výrobných úloh na pracovisko a pracovníka.

Veľkým obmedzením pre zostavenie plánu výroby je neistota prameniaca z potenciálu výpadku stroja. V sledovaných údajoch sa môže vyskytnúť aj vzorka poukazujúca na súvislosť medzi poruchovosťou zariadenia - vyrábaným sortimentom - obsluhou kedy vznikajú najčastejšie poruchy. Obr. 7. prezentuje vzťah pracovísk lisovne a vyrábaného sortimentu kde vznikali najčastejšie poruchy. Ohodnotenie kombinácií výskytov porúch umožňuje postaviť plánovacie pravidlo tak aby sa eliminovali prestoje súvisiace s poruchovosťou zariadenia a zabezpečiť tak bezporuchovú prevádzku.

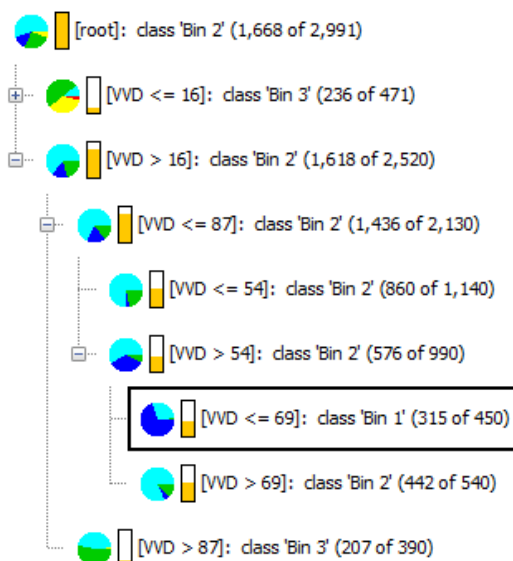


Obrázok 7: Grafické vyjadrenie plyvu použitia konkrétneho zariadenia, pracovníka a zákazky vzhľadom k jeho poruchovosti [1], [2].

Primary author contact:

doc.Ing. Peter Bubeník, PhD., University of Zilina, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Industrial Engineering, Univerzitna 1, 01026 Zilina, Slovak Republic, peter.bubenik@fstroj.uniza.sk

K štandardným úlohám technológa je vypočítať optimálnu veľkosť dávky pre realizáciu výroby. K štandardným problémom plánovača patrí dodržať túto veľkosť a to v súvislosti s aktuálnou požiadavkou zákazníka. Častým problémom býva požiadavka majstra na uvoľnenie novej výrobnej zákazky z dôvodu nevyváženého využitia pracovníkov výroby. Z údajov o realizovaných výrobných operáciách a prostredníctvom techník modelovania a simulácie sme dospeli k odporučenému rozsahu veľkosti výrobnej dávky, ktorá zaručuje minimálny sklz výroby. Obr. 8. predstavuje výsledok dolovania dát pomocou dolovacej metódy rozhodovacích stromov.



Obrázok 8: Vplyv veľkosti výrobnej dávky na sklz vo výrobe [3].

K aktuálnym prebiehajúcim experimentom na katedre priemyselného inžinierstva patrí vplyv počtu vpúšťaných výrobných objednávok na priebežnú dobu výroby. Analýza sledovaných prestojov s cieľom eliminácie tzv. neidentifikovaných mikroprestojov, ktoré v súčte tvoria najväčšiu množinu prestojov.

5 Záver

V tomto článku je predstavená podpora proaktívneho plánovania, ktorý v sebe spája technológiu dátových skladov a rozvrhovacieho systému. Navrhnutý koncept môže prispieť k lepším výsledkom procesu plánovania a priblíženie plánu k realite, keďže vychádza z histórie plánovaných a realizovaných aktivít. V článku sú spomenuté realizované analýzy a získané znalosti použiteľné pre plánovanie výroby, ktoré sú súčasťou výskumu na Katedre priemyselného inžinierstva. Ďalší potenciál uvedeného konceptu je využitie prvkov umelej inteligencie s cieľom postavenia plánovacieho systému ako učiaceho sa systému.

Acknowledgements

Článok je podporený z projektu KEGA č. 043ŽU-4/2014 - Implementácia inovatívnych prístupov v systéme výučby na báze interaktívnych tréningových aplikácií s využitím najlepších postupov (Best Practices).

Primary author contact:

doc.Ing. Peter Bubeník, PhD., University of Zilina, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Industrial Engineering, Univerzitná 1, 01026 Zilina, Slovak Republic, peter.bubenik@fstroj.uniza.sk

References

- [1] Bubeník, P., Rakyta, M.: Technológia dolovania dát a jej prínos v podnikovej praxi / In: Manufacturing systems today and tomorrow 2014 [elektronický zdroj] : 8th annual international conference. - Liberec: Technická univerzita, 2014. - ISBN 978-80-7494-150-4. - CD-ROM
- [2] Bubeník, P., Horák, F.: Technológia dolovania dát a jej prínos pre plánovanie a riadenie údržby / In: Ai magazine : časopis o autopriemysle, strojárstve a ekonomike = journal about the automotive industry, mechanical engineering and economics. - ISSN 1337-7612. - Roč. 7, č.1 (2014), s. 56-58.
- [3] Horák, F., Bubeník, P.: Optimalizácia veľkosti výrobnjej dávky v tlakovom výrobnom systéme aplikáciou získaných znalostí = (Batch size optimization in push production system by application of acquired knowledge) / In: Transfer inovácií [elektronický zdroj] : internetový časopis o inováciách v priemysle. - ISSN 1337-7094. - Č. 26 (2013), online, s. 182-185. - Popis urobený 25.10.2013.
- [4] Horák, F., Bubeník, P., Biňasová, V.: Dispatching rules discovery in KNIME / In: TRANSCOM 2015 [elektronický zdroj] : 11-th European conference of young researchers and scientists : Žilina, June 22-24, 2015, Slovak Republic. - Žilina: University of Žilina, 2015. - ISBN 978-80-554-1044-9. - CD-ROM, s. 127-131.
- [5] Bubeník, P., Horák, F., Hančinský, V.: Acquiring knowledge needed for pull production system design through data mining methods [Získavanie znalostí pre ťahový systém riadenia prostredníctvom metód dolovania dát]. In: Communications : scientific letters of the University of Žilina. - ISSN 1335-4205. - Vol. 17, no. 3 (2015), s. 78-82.
- [6] Horák, F., Bubeník, P., Biňasová, V.: Knowledge-based job-shop scheduling / In: InvEnt 2015 : industrial engineering from integration to innovation : proceedings of the international conference : 17.6.-19.6.2015, Demänovská dolina. - Žilina: University of Žilina, 2015. - ISBN 978-80-554-1038-8. - S. 88-91.
- [7] Rakyta, M., Bubeník, P., Fusko, M., Bjalončíková, J.: Znalostný systém údržby v podniku = Knowledge maintenance system in the company / Miroslav Rakyta ... [et al.]. In: Národné fórum údržby 2015 : 15. ročník medzinárodnej konferencie konanej pod záštitou Ministerstva hospodárstva SR : Vysoké Tatry, Štrbské Pleso, 2.-3. júna 2015 : zborník prednášok. - Žilina: Žilinská univerzita, 2015. - ISBN 978-80-554-1035-7. - S. 201-206.
- [8] Horák, F., Bubeník, P.: Job shop scheduling in Matlab [Rozvrhovanie výroby v Matlabe] / In: Manufacturing systems today and tomorrow 2014 [elektronický zdroj] = [Výrobní systémy dnes a zítra] : 8th annual international conference : Liberec 20-21.11.2014 : peer-reviewed conference proceedings. - Liberec: Technická univerzita, 2014. - ISBN 978-80-7494-150-4. - CD-ROM, [5] s. abstrakt bol publikovaný aj v zborníku abstraktov s ISBN 978-80-7494-149-8, s. 21.
- [9] Horák, F., Bubeník, P.: Simulátor rozvrhovania výrobných úloh v prostredí Matlab / In: Průmyslové inženýrství 2014 : mezinárodní studentská vědecká konference : 8.-10.10. 2014, Kouty nad Desnou : sborník příspěvků. - Plzeň: SmartMotion, 2014. - ISBN 978-80-87539-55-2. - S. 56-59.
- [10] Bubeník, P., Horák, F.: Knowledge-based systems to support production planning = Sustavi temeljeni na znanju kao podrška planiranju proizvodnje [Znalostné systémy pre podporu plánovania výroby] / In: Technički vjesnik = Technical gazette. - ISSN 1330-3651. - Vol. 21, no. 3 (2014), s. 505-509.
- [11] Bubeník, P., Horák, F.: Technológia dolovania dát a jej využitie pre proces plánovania a riadenia výroby / In: Ai magazine : časopis o autopriemysle, strojárstve a ekonomike = journal about the automotive industry, mechanical engineering and economics. - ISSN 1337-7612. - Č. 4 (2013), s. 68-69.

Primary author contact:

doc.Ing. Peter Bubeník, PhD., University of Žilina, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Industrial Engineering, Univerzitná 1, 01026 Žilina, Slovak Republic, peter.bubenik@fstroj.uniza.sk

[12] Bubeník, P.: Advanced planning system in small business /In: Applied computer science : management of production processes. - ISSN 1895-3735. - Vol. 7, no. 2 (2011), s. 21-26. Článok bol publikovaný aj v zborníku Interdisciplinary integration of science in technology, education and economy. - Khmelnytsky : Khmelnytsky National University, 2013. - ISBN 978-617-70-94-07-3. - S. 598-603.

[13] Bubeník, P.: Proaktivny prístup k plánovaniu výroby / In: MOPP 2011 Modelování a optimalizace podnikových procesů [elektronický zdroj] : 13. ročník mezinárodního semináře : 24.-25.11.2011. - [Plzeň: Západočeská univerzita], 2011. - ISBN 978-80-261-0060-7. - [8] s. - Požiadavky na systém: CD-ROM mechanika.

[14] Bubeník, P.: Progresívne prístupy k plánovaniu výroby In: Technika : časopis o priemysle, vede a technike. - ISSN 1337-0022. - Č. 3 (2008), s. 18-19.

[15] Fusko, M., Rakyta, M., Biňasová, V.: Data collection for technical services /In: TRANSCOM 2015 [elektronický zdroj] : 11-th European conference of young researchers and scientists : Žilina, June 22-24, 2015, Slovak Republic. - Žilina: University of Žilina, 2015. - ISBN 978-80-554-1044-9. - CD-ROM, s. 98-102.

[16] Rakyta, M.: Zvyšovanie kvality produkcie prognózovaním spoľahlivosti a spôsobilosti strojov = Increasing quality of production forecasting reliability and capability equipment /. In: Bezpečnosť. Kvalita. Spoľahlivosť [elektronický zdroj] : 6. medzinárodná vedecká konferencia : máj 2015 Košice. - Košice: Technická univerzita, 2015. - ISBN 978-80-553-2044-1. - CD-ROM, s. 223-230.

Primary author contact:

doc.Ing. Peter Bubeník, PhD., University of Zilina, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Industrial Engineering, Univerzitna 1, 01026 Zilina, Slovak Republic, peter.bubenik@fstroj.uniza.sk