

## НЕЗАВЪРШЕНО ПРОИЗВОДСТВО – СИМУЛАЦИОНЕН ПОДХОД

**Петко Найденов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Технически университет Габрово

## WORK IN PROGRESS – SIMULATION APPROACH

**Petko Naydenov<sup>1</sup>**

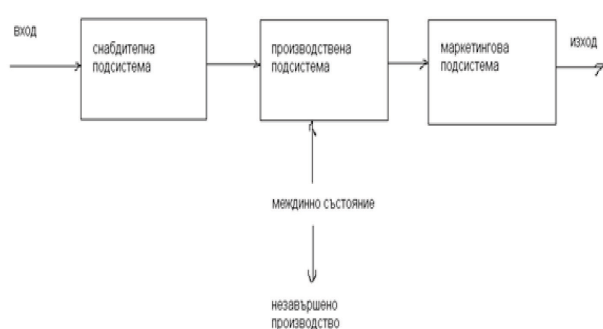
<sup>1</sup> Technical University Gabrovo

### Abstract

The modern perspectives in all business types are shorter product life cycles, growing product complexity and variety and persistent expectations for lower prices. These conditions increase the importance of logistics as a complex system that incorporates the three major phases of the production cycle – supply of raw materials, parts and units, machining and assembly and storing and delivery. All of these three phases are complex themselves and can be subject of time consuming study. The leading companies need state of the art IT products to manage all of them. But the real advantage is an integrated system that combines all three stages in a single product. This integration assures a seamless material flow and a possibility for an almost real time surveillance of the processes. This paper shows autor's ideas for a module that simulates the work in progress in the production subsystem of an industrial enterprise.

**Keywords:** work in progress; operations management.

### ВЪВЕДЕНИЕ



Фиг. 1. Подсистеми на индустриалното предприятие

Всички предмети на труда в междинно състояние формират незавършеното производство. Свързва се с понятието полуфабрикат [1].

Незавършеното производство (НП) включва съвкупността от всички полуфабрикати, намиращи се в производствената подсистема. Казано по друг начин – НП са предметите на труда със степен на

готовност  $< 1$ . Целта ни е минимално незавършено производство.

Натуралното изражение на незавършеното производство се нарича задел.

Видове задели според мястото на образуване:

- Вътрешно - участъкови (вътрешно – линейни);
- Между - участъкови (между - линейни).

Сумата на вътрешно – участъковите и между – участъковите задели дава общия задел на предприятието.

Видове задели според начина на образуване и предназначението им [1]:

- **Технологични задели** – формират се от полуфабрикати над които се изпълняват технологични операции;
- **Транспортни задели** – задели от полуфабрикати, намиращи се в състоя-

ние на транспортиране – делят се на:

- променливи(временно появяващи се);
- постоянно съществуващи;

- **Гаранционни задели** – рядко се задават, обикновено в звена с висока степен на непрекъснатост на процеса и ненадеждна техника;

- **Оборотен задел** - създава се поради несъвършенството на технологично – производствените връзки между свързаните по технологичната линия работни места или производствени звена(участъци или линии). То се изразява в:

1. Несъгласуваност по време;
2. Несъгласуваност по производителност.

Оборотния задел има обикновено най-голям дял във вътрешно – участъковия задел и има най-голямо изменение. Стремехът е да няма оборотен задел.

Целта на настоящото изследване е да бъде разработен подход за създаване на модул симулационно изследване на заделите в производствен участък, като част от „ореп source” тип информационна система, която съдържа три основни групи модули [2]:

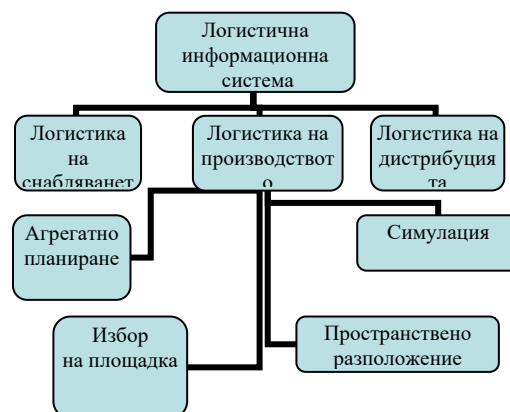
- модули „Логистика на снабдяването”;
- модули „Логистика на производството”;
- модули „Логистика на дистрибуцията”.

Групата „Логистика на снабдяването” съдържа модули за управление на поръчките, изследване и прогнозиране на търсенето и избор на доставчик.

Групата „Логистика на производството” се базира на фундаментални познания по организация и управление на производствени системи [3] и съдържа модули за агрегатно планиране, избор на площадка за ново предприятие, пространствено разположение на работните места в производствените звена, оперативно планиране и симулация на производствения процес.

Групата „Логистика на дистрибуцията” съдържа три модула. Основният е линейно програмиране – за определяне на оптималните маршрути и количества на доставките, класификация на клиентите и избор на стратегия на доставките за всеки от тях, управление на база данни за маркетингови изследвания.

Информационната система е показана на фиг. 1 [2,3,4].

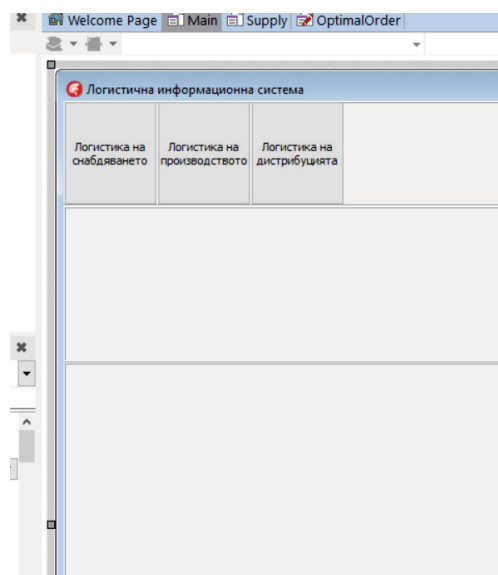


Фиг. 2. Логистична информационна система

### Група модули „Логистика на производството”.

Групата съдържа четири модула (виж фиг. 1). Изборът и подходите използвани във всеки от тях е съобразен с учебната програма по дисциплина „Стопанска логистика” на студентите от специалности „Стопанско управление” и „Индуриален мениджмънт” на ТУ – Габрово.

Изборът на главен модул става от самостоятелен прозорец, показан на фиг. 3.

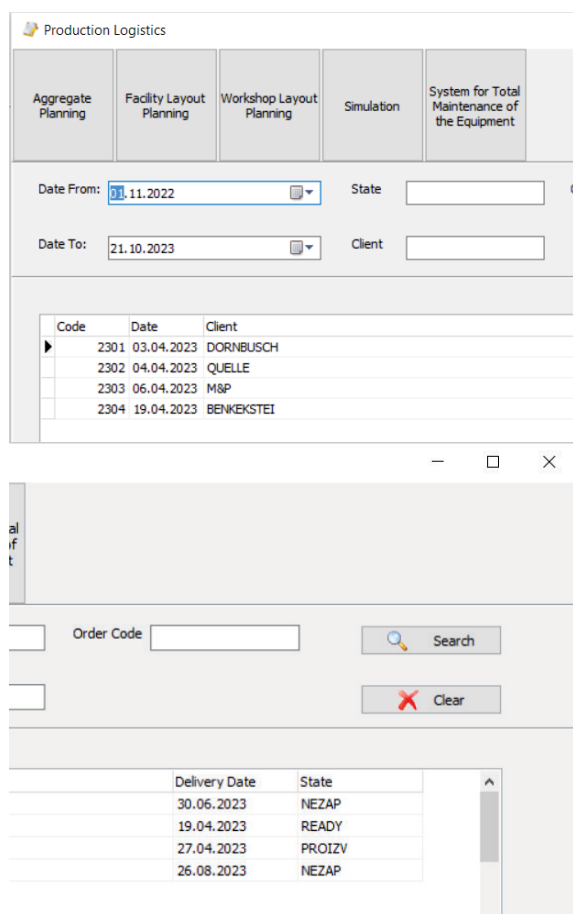


Фиг.3 Група главни модули

Този прозорец е основен за обработката и записа на поръчките в базата данни. В горната си част е разделен е на три панела (сектора) както следва:

- панел „Избор на модул” от групата „Логистика на снабдяването”;
- панел „Избор на модул” от групата „Логистика на производството”;
- панел „Избор на модул” от групата „Логистика на дистрибуцията”;

Панелът за избор на модул от групата „Логистика на производството” дава достъп до модула показан на фиг. 4.



Фиг.4 Модул „Логистика на производството”

Той дава възможност за работа по агрегатно планиране, планиране на разположението на работните места, на цеховете, за симулация и за работа със системата по поддръжка на оборудването. В този панел, с помощта на таблица (компонент DBGrid) се визуализират записаните в базата данни поръчки.

На този етап базата данни съдържа две таблици:

- поръчки – с полета код, дата, код на доставчик, срок и статус;
- доставчици – с полета код, име и оценки на всеки доставчик за цени, качество, надеждност, капитал и капацитет.

Двете таблици са свързани логически чрез полето код на доставчик (foreign key).

## ИЗЛОЖЕНИЕ

Производствените подсистеми са организирани по начин, по който се постига оптимално качество на продукцията при минимални разходи за съхранение на заделите [6]. Въпреки това, тази цел обикновено се влияе от външни фактори като променливо търсене, тесни места в доставките или индивидуални особености на изделията [7]. В повечето случаи общата цел е да се сведе до минимум общото количество на полуфабрикатите в производството, което се влияе от реда за обработка и ограниченията от капацитета на системата. Възможното на подхода приложение включва повечето видове преработвателни индустрии.

Математическите модели предоставят мощен инструмент за изследване и анализ на производствени системи. Разграничават се дискретни и непрекъснати модели. Дискретните модели се характеризират с дискретни периоди от време и детайли, докато непрекъснатите модели вместо това разчитат на непрекъснато време и приблизителни количества [5]. Авторът избира описания в [5] дискретен модел:

При него се определят:

1) времената на постъпване на детайлите(n) пред всяка от машините(m):

$$\tau_{m,n} = \max\{\max\{\tau_{m,n-1}, \tau_{m-1,n}\} + T_{m-1,n}, \tau_{m+1,n} - (C_{m+1})\}. \quad (1)$$

$C_m$  е опашката пред  $m$ .

2) Опашките пред всяко работно място:

$$U_m(t) = \sum H(t - \tau_{m,n}) \quad (2)$$

Където  $H$  е функция на Хевисайд и е 1 ако съдържанието в скобите е неотрицателно.

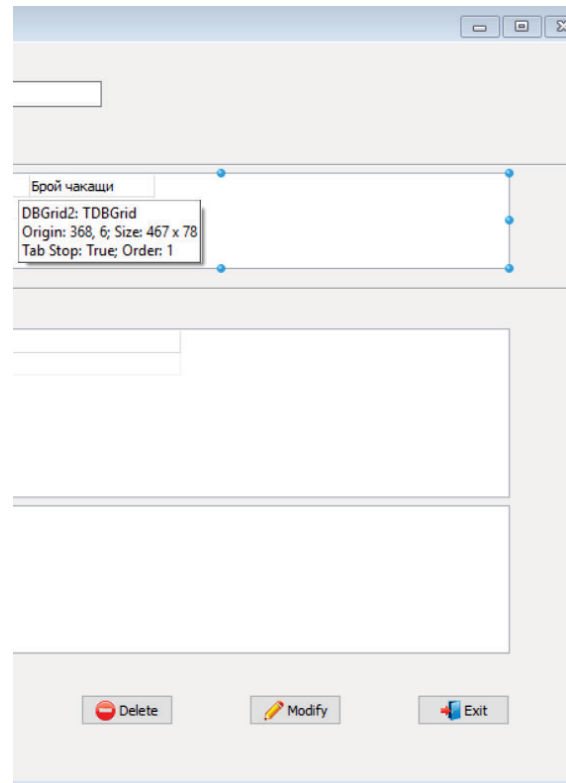
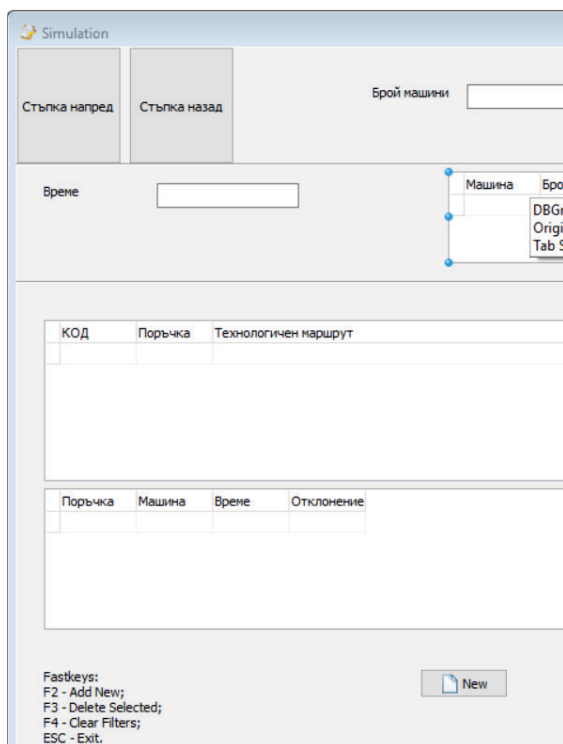
3) Общото количество на незавършените изделия (вътрешно-участъков задел):

$$W_m(t) = U_m(t) - U_{m+1}(t) + W_{m,0} \quad (3)$$

Изходните данни следва да бъдат:

- времена за обработка по машини;
- отклонения на времената за обработка;
- стъпка;
- ред на обработка;
- брой машини.

Като краен резултат трябва да можем да проследим за всяко проиграване на симулацията опашките пред всяко работно място във всеки един момент (за всяка стъпка) и общото време за обработка на всички детайли. Общият вид на модула е показан на фиг. 5.



Фиг.5 Модул „Симулация“

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статията се разработва подход за дискретна симулация на обработката на няколко партии детайли в производствено звено.

Използваната методология не е сложна, изисква основни математически знания и по този начин е подходяща за обучение.

Софтуерният модул "Симулация", не е апробиран с реални данни. Работата с примерни данни ни дава основание да твърдим, че разработеният модел и софтуер работят. Това дава възможност за използването му за практическо логистично обучение, за изграждане на умения в тази област.

Оказва се, че към модула е необходимо да се добави възможност за определяне на оптимален ред на обработките на партидите. За целта следва да се състави линеен оптимизационен модел.

Изследванията ще продължат с разработването на компютърни модели на другите модули на интегрираната логистична информационна система, показана на фиг. 2.

## REFERENCE

- [1] Dakov, I., Organizatsiya na proizvodstveni i operatsionni sistemi, Technical University – Sofia, 2014, ISBN 978-619-167-137-3
- [2] Naydenov, P., Integrated system for logistics management, Conf. Proceedings of 6th International conference “Economics and management – based on new technologies”, EMoNT 2016, Vrnjacka Banja, Serbia, 16-19 June 2016, ISBN: 978-86-6075-059-6, pp. 286-290.
- [3] P. Naydenov, “Basic Modules of a Logistics Information System”, Conf. Proceedings of the International Scientific Conference “Management and Engineering’17”, Sozopol, 25 - 28.06.2017, ISSN 1310-3946, pp. 976-982.
- [4] Dimova, D., Naydenov, Supplier selection methodology, , WMSCI 2018 - 22nd World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Proceedings, 2, pp. 1-6., 2018, Orlando, Florida, USA, ISBN 978-1-941763-82-7
- [5] O. Kolb, Gottlib, S.” A continuous buffer allocation model using stochastic processes”, European Journal of Operational Research, 242 (2015), pp. 865-874, ISBN
- [6] Nikolova, Neli, Entrepreneurial “Blue” Practices for Sustainable Development and Resources Efficiency, 12th International Scientific and Practical Conference “Environment. Technology. Resources”, June 20-22, 2019, Rezekne Academy of Technologies, Rezekne, Latvia, Volume I, 198-203, ISSN 1691-5402, ISSN 2256-070X.
- [7] Petrova, D., Intelligent, Innovative and Sustainable Industry in Bulgaria – prospects and challenges, Vide I. Tehnologija. Resursi - Environment, Technology, Resources, Proceeding of the 12th International Scientific and Practical Conference „Environment. Technology. Resources“, June 20-22, 2019, Rezekne, Latvia, Volume I, pp. 210-215, ISSN 1691-5402 – print, ISSN 2256-070X – online.