

FRI-8.121-1-AMT&ASVM-04

OPTIMIZATION OF LINKED PROCESSES ON EXAMPLE OF WHEAT AND MAIZE HARVEST ¹

Assoc. Prof. Chavdar Vezirov, PhD
Department of Agricultural Machinery,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Phone: 082-888 442
E-mail: vezirov@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Atanas Atanasov, PhD
Department of Agricultural Machinery,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Phone: 082-888 442
E-mail: aatanasov@uni-ruse.bg

Eng. Valery Spiridonov,
Department of Agricultural Machinery,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Phone: 082-888 442
E-mail: wgs@abv.bg

***Optimization of linked processes on example of wheat and maize harvest:** The subject of the paper are linked processes in agriculture. Sophisticated relations between operational and transportation farm practises in time, place, and mass balance need compound simulation based on computer software. Important prerequisites for a good solution is a well-founded land management project. The last one have to include at least proper crop rotation plan and corresponding road net. The different combinations of crop yield, bulk density, distant of transportation for distinct plants require many concrete solutions. Furthermore, transportation can be realized with or without intermediate capacity like buffers, bins, overloader trailers, exchangeable trailers, etc. For fastets harvest, computation are made with maximum number of selfpropeler harvesters or enough to end of crop gather in acceptable periods. In the example, a joint work of Claas Lexion 600 and tractor with 9, 12 and/or 21 tons carrying capacity of trailer are discussed. For easy choice of every concrete solution, additiobnal information can be used like linked processes performans and graphic illustration. The proposed optimal procedure garatees enough data for reasonable solution based on real combinations of technology, machinery, vehicles, intermediate and final capacities.*

Keywords: linked processes, computer simulation, graphic illustration, harvest and transportation.

ВЪВЕДЕНИЕ

Свързаните процеси включват синфазни или синхронни технологични и транспортни въздействия върху продукти със събиране или разхвърлянето им, последвани или предшествани от преместване им. Те са известни още и като транспортно-производствени процеси в две разновидности: прибиращо-транспортни и транспортно-разпределителни, в това число и в селското стопанство (GOST 17460-72). Специално в земеделието свързаността на процесите е не само по време, а и по място, зависещо от много фактори като изменение на прибирания/разхвърляния продукт в различните части на полето (добиви), обем на вместимостите, ширина на работа. (Vezirov, Ch. Zl., Stoyanov K. Evg. & Atanasov, At. Zdr. 2009), (Parhomenko S. 2012). Сложността на задачата за оптимизация на системата от технологични и транспортни средства нараства и поради различните разстояния на превози, условия за превози (настилка, интензивност на трафика), взаимодействието на техниката със складовете (Bourlakis, M. A., Vlachos, P. I. & Zempekis V. 2011), (Gebresenbet, G. & Bosona, T. 2012), (Vezirov, Ch. Zl. & Kozlev, R. Al. 2006).

¹ Докладът е представен на пленарната сесия на 27 октомври 2016 с оригинално заглавие на български език: ОПТИМИЗАЦИЯ НА СВЪРЗАНИ ПРОЦЕСИ С ПРИМЕР ПРИ ПРИБИРАНЕ НА ПШЕНИЦА И ЦАРЕВИЦА

Предидшият ни успешен опит в намиране на локален оптимум за функциониране на системата от прибиращи и превозни средства (Vezirov, Ch. Zl., Atanasov, At. Zdr. & Spiridonov, V. G. 2016.) ни насърчи да разширим търсенето на подходящо решение на задачата за цяло стопанство и пълен стопански цикъл за отглеждане на културите от приетото сеитбообръщение. В случая на двуполно сеитбообръщение с пшеница и царевица, глобалният оптимум ще се отнася за двугодишен стопански цикъл.

ИЗЛОЖЕНИЕ

За обосновано дълготрайно решение на проблема е необходимо да се осигурят някои предварителни предпоставки. Прието е при определяне на броя на сеитбообръщенията, всяко от тях да се нуждае от примерно еднакво количество ресурси: време за осъществяване на свързаните процеси, материално-технически средства, в това число складова база, обслужващ персонал. При многополно сеитбообръщение това означава примерно еднакви площи на всяко поле, в частност и на всяка култура. Това обаче означава различно количество на превозите за семена, разсад, тор, прибирана основна и допълнителна продукция. Например добивите и насипната плътност на някои основни култури за България изискват различни вместимости на каросериите на автомобили и ремаркета: пшеница – 445 kg/dka, 750 kg/m³, царевица за зърно – 527 kg/dka, 720 kg/m³, домати – 2695 kg/dka, 480 kg/m³, пипер – 1653 kg/dka, 280 kg/m³, картофи – 1329 kg/dka, 640 kg/m³, дини – 2013 kg/dka, 600 kg/m³, маслодаен слънчоглед – 224 kg/dka, 400 kg/m³, маслодайна рапица – 212 kg/dka, 670 kg/m³. Съответно цялата каросерия ще се напълва от различна площ, а времето за напълване допълнително ще се мени в зависимост от скоростта на движение на прибиращата техника, съотношението на основна и допълнителна продукция и височина на оставяното стърнище.

Необходимо е още да се отчита вероятността за едновременно извършване на еднакви дейности като торене, прибиране при различни култури. Например може сроковете за жътва на пшеница и маслодайна рапица да се препокриват. Освен примерно еднаквата площ (при очакване и на примерно близки добиви) през всяка от годините на сеитбообръщението, желателно е и средните разстояния за превози да не се различават съществено. Такова изискване може да се постигне чрез съответно обоснован земеустройствен проект. Той от своя страна следва да стъпи на оптимизация на основната и допълнителна пътна мрежа за съответното стопанство.

След гарантиране на въпросните предпоставки процедурата по оптимизация продължава със събиране на основната информация за условията, при които ще се осъществяват свързаните процеси. По правило най-малко променящите се данни за всяко поле със съответна култура в сеитбообръщението са неговите площ, наклон, очакван среден добив от основна и допълнителна продукция и съотношението между тях; дължина на пътищата в полето, черните пътища и тези с трайна настилка между полето и складовете. За улеснение с електронна таблица се пресмятат конкретните показатели за предлаганата техника. В примера за прибиране на пшеница са показани някои прибиращи и транспортни средства – фигура 1.

Тъй като взаимодействието между технологичните и транспортни средства по принцип не е стационарен процес, необходимо е да се вземе предвид и продължителността на процеса в денонощието. Най-често тя се ограничава от възможността за прибиране на продукцията от полето. Повишаването на влажността на продукта през нощта може да доведе до намалена производителност и даже да не позволи качествена жътва. От друга страна общата площ, от която се прибира културата, видът и броят на прибиращата техника, трябва да осигурят приключване на жътвата в оптимални срокове. За културите с по-голям среден добив, насипна плътност и работна скорост при прибиране, горното условие може да се постигне и с по-малко прибираща техника (използвана и за други култури). Аналогично е положението за транспорта при по-голяма насипна плътност и незначително намаляване на скоростта, приемайки подобни условия за движение. Така за прибирането се разчита на максималният брой прибиращи машини. За транспорта решението се търси чрез сравняване на показателите за свързаните процеси за различни видове и брой транспортни агрегати (от един до всички, с които се разполага). Що се отнася до междинните вместимости (бункери, претоварващи ремаркета, временни площадки или навеси) техният брой се мени от 0 (т.е. не се ползват) до

максимално възможното им количество. По правило оптимизацията се прави при максимален брой на крайните вместимости (складове).

[illegible]

Фиг.1. Пример за улесняване определянето на показателите на техниката за свързани процеси за прибиране на пшеница и превоз на зърното с тракторни ремаркета

По-долу са посочени конкретни основни данни за примера при прибиране на царевица за зърно – таблица 1.

Започва се с максималния брой на: прибиращите средства (в случая самоходни зърнокомбайни със съответните жетварки) и на прибиращите средства. Разбира се те могат да бъдат и от повече от едно съчетания на марки, например на трактори с по един брой ремаркета или с тракторни влакове (например с по едно ремарке 1ПТС-9 и 3ПТС-12). В началото не се включват междинни вместимости. Такъв подход предполага, че използването на всичката налична техника, ще позволи да се свърши работата в най-къси срокове. Следователно – и с най-малки загуби на продукцията. Предполага се, че в стопанството няма налични междинни вместимости (по-нататък се проверява дали е ефективно да се купуват още междинни вместимости, евентуално транспортни и прибиращи средства). Като крайна промяна е възможно увеличаване пропускателната способност и вместимост на складовете (предполага се, че такава инвестиция е най-скъпа). Явно се получават твърде много съчетания на бройки и видове технически средства, за които се търсят показатели за ефективност. Това води и до значителна трудоемкост на процедурата за търсене на оптимум.

За улесняване сравнението между различните варианти на съчетания по вид и брой на техническите средства за свързаните процеси се предлагат примерни показатели за избор (критерии). Пресмятането на въпросните числа става автоматично, а сравнението е оставено на проектанта (инвеститора), т.е. става дума за човеко-машинна схема за вземане на решение.

Важно за ефективността на свързаните процеси са тяхната производителност, продължителността на непроизводителните престои поотделно за всяко техническо средство и по видове: прибиращи, превозни, междинни, крайни вместимости. Допълнително може да се вземе предвид очакваната площ, от която се прибира продукцията, специфичните разходи на време и престои, коефициентът на непрекъснатост и степента на намаление на производителността на различните технически средства. Така може да се отита очакваната производителност за свързания комплекс при конкретното съчетания по вид и количество на ресурсите за денонощие (или за смяна, за час). Това е предпоставка за едновременно изменение на ресурсите за свърза-

ните процеси, а не чрез поотделно и многостъпково уточняване на времевите, трудовите и технически ресурси. Графичното представяне на функционирането на всяко от техническите средства улеснява допълнително анализа. Така например може да се констатира или не стационарност, да се видят продължителни престои. На фигурите след таблицата са показани конкретни случаи за прибиране на царевица на зърно.

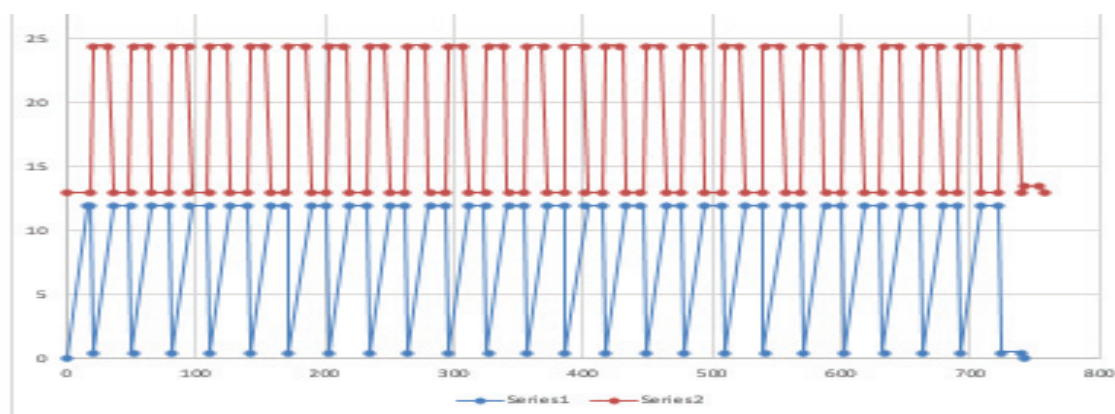
Таблица 1. Основни входни данни при оптимизиране на свързан процес – пример за прибиране на царевица за зърно

Продължителност на работа на прибиращите средства - 720 минути, превозът е на разстояние 2,7km.

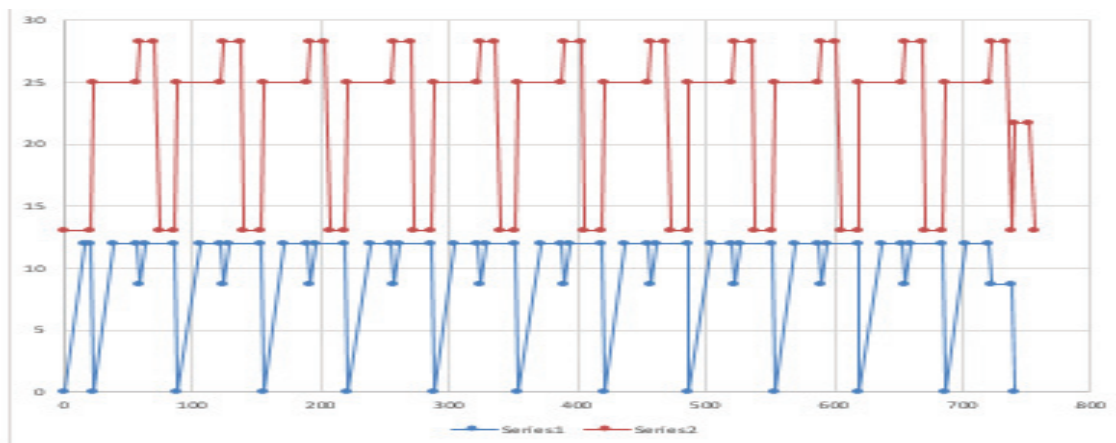
Показател	Размерност	царевица
Прибиращо средство – самоходен зърнокомбайн	-	Claas Lexion 600...
Вместимост на бункера	m ³	12
Време за напълване на един бункер	min	16,9
Време за разтоварване в буфера	min	2
Пропускателна способност	kg/s	12
Жетварка/хедер cutterbar	-	CONSPEED 8-row, АЦ-8 или МА-680
Работна ширина	m	5,60
Трактор/автомобил влекач тягач	-	K-701
Ремарке trailer прицеп	-	1ПТС-9
Товароносимост carrying грузоподъемность	t, m ³	9
Време за отиване празен	min	12,5
Време за връщане пълен	min	17,6
Време за разтоварване в склада	min	4,2
Време за претегляне и оформяне на документ	min	5
Буфер buffer, bin бункер накопитель, прицеп перегрузчик	-	Дон-20НПП
Товароносимост carrying грузоподъемность	m ³	20
Време за разтоварване в превозното средство	min	4

Вместимост на склада	m ³	300
Време за обработване на постъпилния продукт в склада, преди да може да се приеме още продукт	min	4
По полета		
Наименование на полето	-	Под гората
Добив на зърно yieldурожай	kg/dka	800
Съотношение на зърно към незърнена част от растението, постъпваща в прибиращото средство	-	1
Насипна плътност на зърното	kg/m ³	780
Съотношение на времето за пътя за завиване към общия път за един цикъл (по 1 завой и работен ход)	-	0,12
Дължина на пътя с асфалт в едната посока	km	0,6
Дължина на пътя с трошенокаменна настилка	km	0,0
Дължина на черния път	km	3,4
Средна скорост на движение на превозното средство без товар според пътя	km/h	30/ 28,5 / 18
Средна скорост на движение на превозното средство с товар според пътя	km/h	29/ 25 / 16
Време за преход на буфера до прибиращото средство	min	2,2
Време за преход на буфера от прибиращото средство	min	2,3

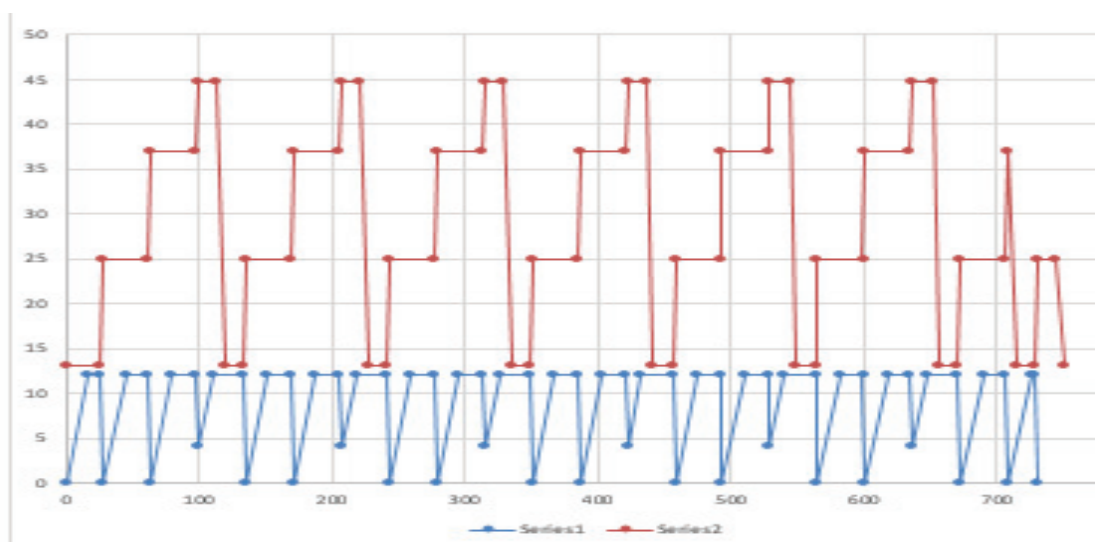
От гледна точка на най-висока производителност е подходящ вариантът с междинна вместимост. Ако обаче разполагаме с оборотни ремаркета, може да осигурим производителност близка до най-високата без да купуваме допълнително междинна вместимост. Резултатите за прибиране на пшенично зърно са подобни.



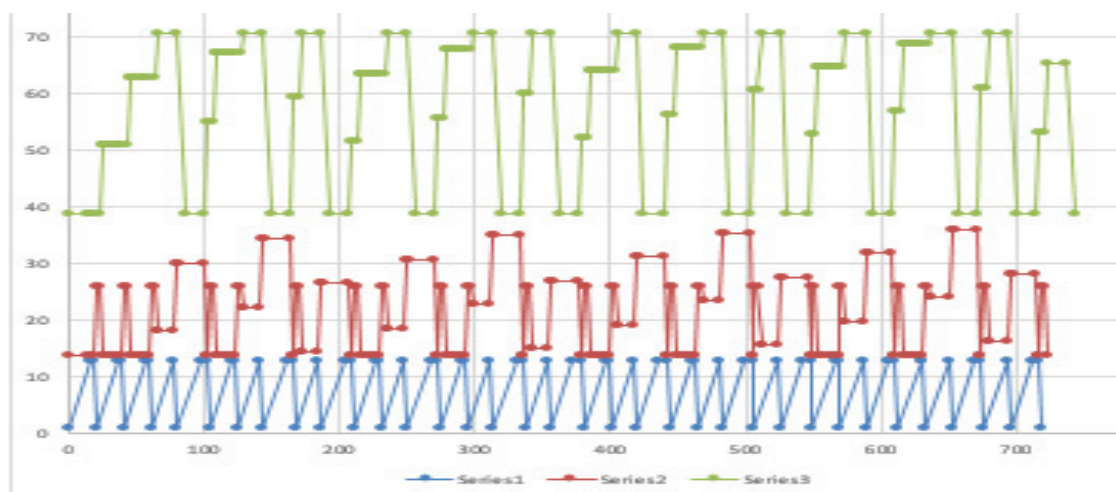
Фиг.2. Продукт в зърнокомбайна - в синьо и в превозното средство – в керемидено. Прибрана площ 276 dka. По абсцисата е времето, а по ординатата – количеството на зърното. Прибиращото средство използва 60 % от възможностите си



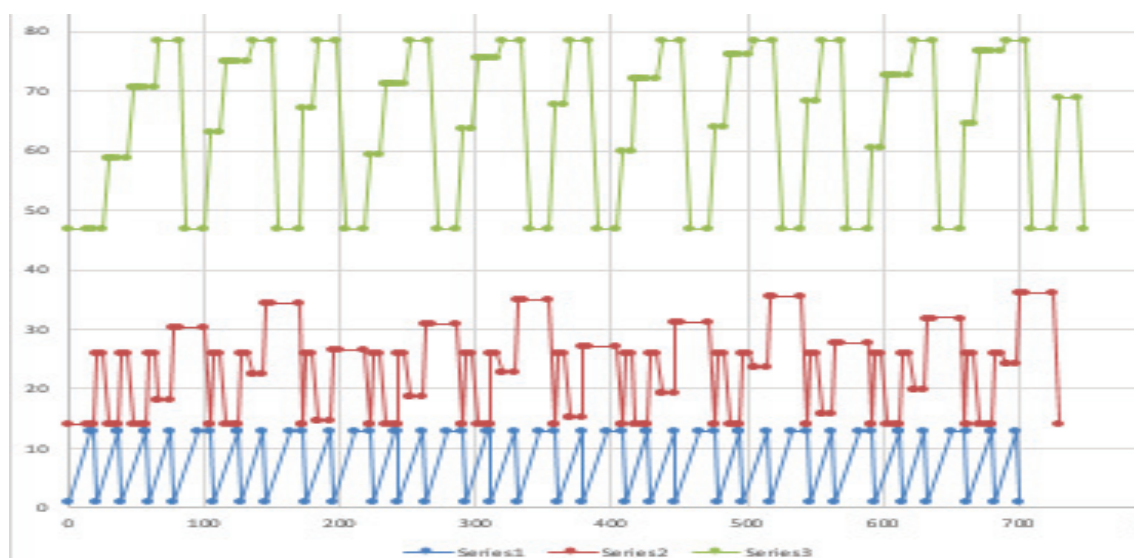
Фиг.3. Продукт в зърнокомбайна - в синьо и в превозното средство – в керемидено. Прибрана площ 172 dka. Превозното средство е с по-голяма вместимост и по-малко курсове



Фиг.4. Продукт в зърнокомбайна - в синьо и в превозното средство – в керемидено. Прибрана площ 221 dka. Превозното средство е тракторен влак с по-голяма вместимост и още по-малко курсове



Фиг.5. Продукт в зърнокомбайна - в синьо, в междинна вместимост – в керемидено и в превозното средство – в зелено. Прибрана площ 398 dka.



Фиг.6. Продукт в зърнокомбайна - в синьо, в обратното ремарке 1 – в керемидено и в обратното ремарке 2 – в зелено. Прибрана площ 362 дка.

ИЗВОДИ

Предлаганата процедура за търсене на оптимално решение за свързани процеси имитира реалното съвместно функциониране на различни съчетания от технологични, превозни средства, междинни и крайни вместимости. Конкретният избор може да се основава на анализа на графичното представяне на процесите и прогнозираните обобщени показатели.

ЛИТЕРАТУРА

GOST 17460-72. Transport manufacture processes in mechanized agricultural production. Classification, estimation methods and calculation. (**Оригинално заглавие:** ГОСТ 17460-72. Транспортно-производственные процессы в механизированном сельскохозяйственном производстве. Классификация, оценка и методы расчета.)

Bourlakis, M. A., Vlachos, P. I. & Zempekis V. (2011). *Intelligent Agrifood Chains and Networks*.

Gebresenbet, G. & Bosona, T. (2012). *Logistics and Supply Chains in Agriculture and Food*. URL: <http://cdn.intechopen.com/pdfs/32382.pdf> (Accessed on 27.09.2017).

Parhomenko S. (2012). Transport in agriculture. (**Оригинално заглавие:** Пархоменко С. Транспорт в сельском хозяйстве).

Vezirov, Ch. Zl., Atanasov, At. Zdr. & Spiridonov V. G. (2016). *Graphic Illustration the Direct Transport Service of Harvest with Bunker Combines in Field Husbandry*. PROCEEDINGS OF UNIVERSITY OF RUSE - 2016, volume 55, book 1.1. (**Оригинално заглавие:** Везиров Ч. Зл., Атанасов, Ат. Здр. и Спиридонов, В. Г. Графично представяне на пряко транспортно обслужване на прибиране с бункерни комбайни в полевъдството. НАУЧНИ ТРУДОВЕ НА РУСЕНСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ - 2016, том 55, серия 1.1.)

Vezirov, Ch. Zl., Stoyanov K. Evg. & Atanasov, At. Zdr. (2009). *Use and service of agricultural machinery*. (**Оригинално заглавие:** Везиров Ч. Зл., Стоянов К. Евг. и Атанасов, Ат. Здр. Използване и обслужване на земеделската техника. 2009.)

Vezirov, Ch. Zl. & Kozlev, R. Al. (2006). *Technological service in agriculture*. (**Оригинално заглавие:** Везиров Ч. Зл. и Козлев, Р. Ал. Технологично обслужване в земеделието.)